COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 NOVEMBRE 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur l'acide citrique;* par MM. BERTHELOT et LOUGUININE.

« 1. L'étude thermique de l'acide citrique et de la formation des citrates dissous offre des résultats très-nets, parce qu'elle présente le type des réactions d'un acide tribasique, à peu près dégagées de toute complication étrangère : c'est en raison de cette circonstance que nous croyons devoir l'exposer tout d'abord. Voici la marche méthodique que nous avons adoptée dans cette étude, marche qui s'applique à tous les cas analogues. Nous avons d'abord examiné les combinaisons de l'acide citrique avec un alcali fixe, la soude; avec un alcali volatil, l'ammoniaque, qui représente une base plus faible; enfin avec une terre alcaline, la baryte, qui donne lieu à des composés insolubles; ces combinaisons ont été effectuées par équivalents successifs de la base, depuis un jusqu'à trois et au delà. Nous avons défini ensuite les effets de la dilution sur ces sels, spécialement sur les citrates tribasiques; puis nous avons fait agir sur un seul équivalent d'acide citrique deux bases successivement, la soude et l'ammoniaque; enfin nous avons étudié les déplacements réciproques de l'acide ci-

trique et des acides chlorhydrique, azotique et acétique, mis en conflit vis-à-vis d'une même base alcaline, déplacements qui caractérisent très-nettement les forces relatives de ces divers acides.

» 2. *Acide citrique et soude :*

$C^{12}H^{8}O^{14}$ ($1^{éq}$ ou $192^{gr} = 6^{lit}$)	+ NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)	à 15° dég.	Cal +12,60		soit par NaO : 12,60
»	$+1\frac{1}{2}$NaO	» 17°	» +19,00 et +18,90	}	soit par NaO : 12,67
»	$+1\frac{1}{2}$NaO	» 9°	» +19,12	}	
»	+2 NaO	» 9°	» +25,54		soit par NaO : 12,77
»	$+2\frac{1}{2}$NaO	» 10°	» +32,17		soit par NaO : 12,87
»	+3 NaO	» 10°	» +38,76		soit par NaO : 12,92

» Ces résultats numériques s'accordent avec ceux qui ont été observés, il y a quelque temps, par M. Thomsen, sauf de légères différences attribuables à la diversité des concentrations et des températures.

» Au delà de ces proportions de base et à ce degré de dilution, les effets que nous avons observés ne sont plus mesurables avec certitude. Mais, si l'on emploie un acide citrique plus concentré, le quatrième équivalent de soude dégage une quantité de chaleur très-notable

$C^{12}H^{5}Na^{3}O^{14}$ (1 éq. = 3^{lit}) + NaO (1 éq. = 1^{lit}) à 13 degrés dégage.. + 0,78
Cette liqueur étendue avec son volume d'eau absorbe............ — 0,70

Une seconde dilution pareille donne lieu seulement à une variation de 2 millièmes de degré, c'est-à-dire comprise dans les limites d'erreur des expériences. On trouve encore

$C^{12}H^{5}Na^{3}O^{14}$ ($1^{éq} = 3^{lit}$) + 2NaO ($1^{éq} = 1^{lit}$) à 13 degrés....... + 0,85

» Ces derniers résultats ne s'accordent plus avec ceux que M. Thomsen a publiés pour la réaction d'un excès de base (6NaO) sur l'acide citrique (*Annales de Poggendorff*, CXL, 501 et 509), nombres d'après lesquels cette action, opérée avec des liqueurs 5 fois aussi étendues, donnerait un excès thermique de + 3^{Cal},43 sur la formation du citrate tribasique. Mais cet excès est obtenu en faisant la différence entre deux nombres beaucoup plus grands, tandis que nous avons pris soin de faire agir directement la soude sur le citrate tribasique et dans des liqueurs plus concentrées, ce qui accroît la proportion du citrate tétrabasique et par suite la chaleur dégagée. Aussi croyons-nous devoir attribuer l'écart entre nos résultats et ceux du savant professeur danois à quelque erreur commise par lui, soit dans le dosage de l'acide, soit dans les mesures thermiques.

» On peut déduire les conséquences suivantes de nos expériences :

» 1° 1 molécule d'acide citrique dissous, $C^{12}H^{8}O^{14} = 192^{gr}$, dégage,

en présence de 3 équivalents de soude ($NaO = 31^{gr}$), une quantité de chaleur triple à peu près de celle que dégagerait 1 molécule d'acide acétique, soit $12,9 \times 3$, au lieu de 13,3 : c'est là une propriété caractéristique des acides tribasiques, dont 1 molécule équivaut à 3 molécules monobasiques. M. Thomsen avait déjà fait la même remarque.

» 2° Les 3 équivalents de soude successivement ajoutés dégagent des quantités de chaleur très-voisines, ce qui signifie que la formation des citrates acides, au moyen du citrate tribasique et de l'acide libre, ne met en jeu que des quantités de chaleur fort petites. La même chose arrive d'ailleurs pour les oxalates, tartrates, acétates, valérianates acides; mais pour ces deux derniers sels (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 341), le phénomène résultant est un dégagement de chaleur, tandis que pour les oxalates, tartrates, citrates, c'est une légère absorption de chaleur. Cette petitesse de la chaleur mise en jeu dans la formation des sels acides dissous est due, comme M. Berthelot l'a établi (1), à certaines compensations entre les chaleurs de dissolution des acides et de leurs sels; car la formation des sels acides cristallisés au moyen de leurs composants solides, acides et sels neutres dégage toujours de la chaleur.

» 3° En présence d'une quantité convenable d'eau, la chaleur dégagée n'est pas accrue notablement par la présence d'un excès de base supérieur à 3 équivalents; mais la chaleur dégagée varie au contraire très-sensiblement si l'on emploie cet excès de base dans des liqueurs plus concentrées. C'est là un résultat prévu par la théorie; car l'acide citrique est un corps à fonction mixte, acide tribasique et alcool mono-atomique

$$C^{12}H^{6}(H^{2}O^{2})(O^{4})^{3}.$$

Or les propriétés acides subsistent, quelle que soit la dilution des sels; tandis que les alcoolates alcalins sont détruits par la présence d'une masse d'eau suffisante (voir *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXIX, p. 297 et 324). C'est précisément ce qui arrive pour le citrate tétrabasique.

» 4° C'est en raison de cette circonstance, c'est-à-dire de la stabilité des citrates alcalins tribasiques, que l'acide citrique peut être titré d'une manière très-approchée, en employant la baryte et le tournesol, ainsi que MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles l'ont vérifié il y a déjà longtemps (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXV, p. 402).

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 440; 5e série, t. IV, p. 130.

» 3. *Action de l'eau sur les citrates.* — Soit le citrate trisodique

$C^{12}H^5Na^3O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) + 1 volume d'eau à 13°,4 ..		—0,21
»	+ 3 volumes d'eau	—0,36
»	+ 5 volumes d'eau	—0,30

Ce sont là des absorptions de chaleur peu considérables; il en est de même des quantités absorbées dans les dilutions parallèles de l'acide et de la base; on arrive dès lors à cette conclusion que la chaleur de formation du citrate de soude tribasique, déjà étendu au degré précédent, ne varie guère par l'action d'une plus grande quantité d'eau. Au contraire, le citrate tétrabasique, comme nous l'avons montré plus haut, est détruit par la dilution.

» 4. *Acide citrique et ammoniaque :*

$C^{12}H^8O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) +	AzH^3 ($1^{éq} = 2^{lit}$)	à 10°	+ 11,19;	soit par AzH^3...	11,19
»	+ 2 AzH^3	»	+ 22,44	» ...	11,22
»	+ 3 AzH^3	»	+ 33,99	» ...	11,33
On ajoute	2 AzH^3	»	+ 0,18		

Les conclusions tirées de cette série sont les mêmes que pour les citrates de soude : résultat caractéristique pour les citrates tribasiques. En effet, l'ammoniaque, base plus faible que la soude, manifeste une diversité d'action bien plus marquée dans la formation des carbonates, borates, phénates de ces deux bases. Mais l'écart entre la chaleur de formation des deux citrates tribasiques est représenté par + 1,59 pour 1 équivalent de AzH^3 substitué par 1 NaO; pour les citrates bibasiques, l'écart est + 1,55; pour les citrates monobasiques, + 1,41, nombres qui ne s'écartent guère les uns des autres, non plus que des valeurs de substitution analogues relatives aux sulfates, azotates, chlorures et acétates de soude et d'ammoniaque.

» 5. *Acide citrique et baryte :*

$C^{12}H^8O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) +	$\frac{1}{2}$ BaO ($1^{éq} = 6^{lit}$)	dégagent	à 14°	+ 6,70	(tout restant dissous.
»	+ 1 BaO	»	»	+ 13,37	(tout dissous)
»	+ 2 BaO	»	»	+ 27,70	(précipité)
»	+ 3 BaO	»	»	+ 42,72	(précipité)
	Un 4° BaO ajouté		»	+ 0,69	

Mêmes conclusions, avec cette circonstance de plus que la formation du citrate bi-acide est attestée par son état de dissolution complète. La formation des précipités n'accroît pas beaucoup les chaleurs dégagées, puisque celles-ci restent à peu près proportionnelles au nombre d'équivalents de baryte jusqu'au troisième équivalent. Cependant, en somme, la formation

du citrate tribarytique dégage un dixième de chaleur de plus que celle du citrate trisodique dissous; mais il faudrait évaluer la réaction pour les deux sels supposés anhydres, si on voulait la rendre vraiment comparable.

» Le quatrième équivalent de baryte ajouté au citrate tribarytique précipité dégage encore un peu de chaleur, ce qui est un nouvel indice de la tendance à former un citrate tétrabasique; indice d'autant plus concluant que le citrate tribarytique est complétement formé à l'avance et séparé, ce qui exclut l'hypothèse d'un sel en partie décomposé par l'eau.

» 6. *Acide citrique et deux bases successives :*

PREMIÈRE SÉRIE. — *Citrate monosodique et ammoniaque.*

$C^{12}H^8O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) + NaO ($1^{éq} = 2^{lit}$)	....	+12,60	+38,71
»	On ajoute AzH^3 ($1^{éq} = 2^{lit}$) à 13°	+11,60	
»	On ajoute un 2e AzH^3..........	+11,35	
»	Puis NaO....................	+ 1,62	
»	Et un 2e NaO................	+ 1,54	

DEUXIÈME SÉRIE. — *Citrate bisodique et ammoniaque.*

$C^{12}H^8O^{14}$ + 2NaO..........		+25,54	+38,42
»	On ajoute AzH^3 à 13°	+11,16	
»	Puis NaO..........	+ 1,72	

» Ces expériences ont été faites pour contrôler certains résultats singuliers que présentent les phosphates sodico-ammoniques. Elles prouvent que la molécule d'acide citrique prend successivement les deux bases différentes, au même titre, pour former des sels doubles dissous. Elles prouvent encore que la soude déplace aussitôt et complétement l'ammoniaque dans les citrates; car la chaleur dégagée répond à ce déplacement total, et la somme de toutes les chaleurs dégagées depuis l'acide libre est sensiblement égale à la chaleur de formation du citrate trisodique : soit + 38,76.

» 7. *Action des acides sur les citrates :*

1° *Acide chlorhydrique et citrates solubles.*

			Calculé.
$C^{12}H^5Na^3O^{14}$ ($1^{éq}$ ou $258^{gr} = 6^{lit}$)	+ $\frac{1}{2}$ HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) à 13°	+0,24	+0,48
»	+ 1 HCl..............	+0,59	+0,92
»	+ $1\frac{1}{2}$ HCl............	+1,16	+1,35
»	+ 3 HCl..............	+3,08	+3,21
»	+ 6 HCl..............	+3,25	+3,21

» La dernière colonne a été calculée dans l'hypothèse d'un déplacement total, en admettant que HCl + NaO dégage à 13° : + 13,99 (1), et

(1) A 20 degrés, ce chiffre s'élève à 13,69, d'après nos expériences; mais il croît un peu à mesure que la température s'abaisse.

que la formation des citrates acides répond aux chiffres de la page 910. Ces valeurs montrent que le déplacement est réellement total, dès 3 équivalents d'acide chlorhydrique, et même à peu près, dès $1\frac{1}{2}$ HCl. Pour $\frac{1}{2}$ et 1 HCl, les nombres trouvés sont un peu faibles, sans doute à cause de quelque réaction accessoire, telle que la formation d'un sel double; mais ils n'en montrent pas moins qu'il y a encore déplacement, au moins partiel, du troisième équivalent de soude uni à l'acide citrique.

» 2° *Acide azotique et citrates solubles.* — Cette réaction conduit à la même conclusion, avec des valeurs numériques très-voisines :

			Calculé.
$C^{12}H^5Na^3O^{12}$	$+\frac{1}{2}AzO^6H$ à 11°	$+0,39$	$+0,53$
»	$+1\,AzO^6H$....	$+0,73$	$+1,00$
»	$+1\frac{1}{2}AzO^6H$...	$+1,51$	$+1,45$
»	$+3\,AzO^6H$....	$+3,24$	$+3,33$
»	$+6\,AzO^6H$....	$+3,37$	$+3,33.$

» Ainsi l'acide citrique est déplacé complétement, ou à peu près, dans les citrates alcalins par une proportion équivalente d'acide chlorhydrique ou azotique, sans qu'il y ait partage notable de la base entre les acides; et ce déplacement est manifeste, dès le premier tiers et surtout dès le second tiers de l'acide additionnel.

» 3° *Citrates insolubles.* — Nous avons vérifié les mêmes faits avec les citrates insolubles. Par exemple, on forme le citrate tribarytique en mélangeant $C^{12}H^5Na^3O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) + 3 BaCl ($1^{éq} = 2^{lit}$) à 24 degrés, ce qui dégage + 2,43; puis on ajoute successivement 3HCl ($1^{éq} = 2^{lit}$); les 2 premiers équivalents suffisent pour redissoudre le précipité, conformément à ce qui a été signalé plus haut dans la formation des citrates barytiques : ce qui prouve le déplacement de la base dès les premiers équivalents. La chaleur absorbée pendant cette addition de 3HCl s'élève à — 1,10; ce qui fait, pour la somme des deux réactions, + 2,43 — 1,10 = 1,33. Or, en admettant que le résultat final soit la mise en liberté totale de l'acide citrique, l'acide chlorhydrique demeurant entièrement uni à la baryte et à la soude, et en calculant les réactions pour la température de 24 degrés, on trouve la chaleur dégagée + 1,5, résultat qui concorde avec le précédent, dans la limite des erreurs des expériences.

» 4° *Acide acétique et citrates et réciproque :*

				Déplacement supposé.
$C^{12}H^5Na^3O^{12}$ (1 éq. = 6 lit.)		$+\frac{1}{2}C^4H^4O^4$ (1 éq. = 2 lit.) à 10°.	$+0,05$	$+0,16$
»	»	$+1\,C^4H^4O^4$.................	$+0,07$	$+0,25$
»	»	$+1\frac{1}{2}C^4H^4O^4$...............	$+0,01$	$+0,38$
»	»	$+3\,C^4H^4O^4$................	$+0,11$	$+1,23$
»	»	$+6\,C^4H^4O^4$................	$+0,25$	$+1,23$

» Ces chiffres montrent que l'acide acétique ne déplace pas l'acide citrique d'une manière appréciable, si ce n'est peut-être en présence d'un grand excès d'acide acétique, circonstance qui fait intervenir la chaleur complémentaire de l'acétate acide, au moins pour la faible proportion de ce sel capable de subsister dans les liqueurs (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 529).

» Réciproquement, l'acide citrique déplace complétement, ou à peu près, l'acide acétique des acétates alcalins dissous. En effet

		Calculé.
$C^{12}H^{8}O^{14}$ ($1^{éq} = 6^{lit}$) + $C^{4}H^{3}NaO^{4}$ ($1^{éq} = 2^{lit}$) absorbe à 13°.....	— 0,46	— 0,41
» » + 3 $C^{4}H^{3}NaO^{4}$........................	— 1,33	— 1,23
» » + 9 $C^{4}H^{3}NaO^{4}$........................	— 1,23	— 1,23

» Ce résultat est précisément le même qui a été déjà observé par l'un de nous dans la réaction de l'acide tartrique sur les acétates alcalins dissous (*Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XXX, p. 512), qu'il décompose entièrement, ou à peu près. Le déplacement a lieu par équivalents successifs. Enfin dans le cas des citrates, comme dans celui des tartrates, le déplacement se traduit par une absorption de chaleur, circonstance qui conduit à invoquer dans la prévision des réactions le signe thermique des réactions entre les corps séparés de l'eau et non celui qu'elles présentent en opérant sur les corps dissous. Mais ce n'est pas le lieu d'insister ici sur cet ordre d'idées. Bornons-nous à signaler l'échelle des forces relatives des acides, les acides chlorhydrique et azotique déplaçant entièrement, ou à peu près, l'acide citrique, qui déplace lui-même l'acide acétique. Nous aurons occasion de revenir sur ce point dans l'étude des phosphates. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur l'interprétation de deux tableaux d'analyses chimiques*; par M. P. Duchartre.

« Dans la séance du 4 octobre dernier, M. Viollette a communiqué à l'Académie les résultats d'expériences qu'il a faites en vue de reconnaître si l'effeuillaison exerce, comme le pensent les cultivateurs, une influence défavorable sur le développement des betteraves et sur la proportion de sucre qu'elles renferment. Les résultats de ses expériences et de ses analyses ont été résumés par lui dans deux tableaux qui réunissent, l'un ceux que lui a donnés l'examen de 37 betteraves effeuillées trois fois pendant le cours de leur végétation, l'autre ceux qu'il a constatés sur 40 betteraves venues dans les mêmes conditions que les premières, mais dont le développement s'était

effectué sans qu'on leur eût enlevé une seule feuille. Déduisant de chacune de ces deux séries d'analyses la proportion moyenne de sucre, le savant chimiste a vu qu'elle était de 13,11 pour la série des betteraves qui étaient venues dans les conditions normales, et seulement de 10,54 pour la série de celles qui avaient été effeuillées à trois reprises différentes; comme, d'un autre côté, les betteraves de la première série formaient, en somme, un poids notablement supérieur à celui des betteraves de la seconde série, il s'est cru autorisé à formuler cette double conclusion que l'enlèvement des feuilles nuit tout autant à la formation de la matière végétale en général qu'à celle du sucre en particulier. Enfin ces deux résultats généraux lui ont paru établir que la matière saccharine est produite dans et par les feuilles, d'où elle serait ensuite simplement transportée dans le corps même de la betterave.

» Le 26 octobre dernier, notre illustre confrère M. Cl. Bernard, dans un Mémoire du plus haut intérêt, a contesté, devant l'Académie, la légitimité de ces conclusions. Mettant en doute sérieux, d'une manière générale, la signification qu'on attribue souvent aux moyennes, il a déclaré que, à ses yeux, les expériences et les analyses dues à M. Viollette ne prouvent pas que l'enlèvement des feuilles nuise au développement en volume des betteraves, ni à leur richesse en sucre, et il a formulé sa manière de voir en disant, d'un côté, que le travail du savant chimiste de Lille contient, sous ces deux rapports, des données contradictoires; d'un autre, qu'il considère « l'opi-
» nion de M. Viollette comme n'étant pas justifiée par les faits qu'il avance ».

» La question traitée successivement par ces deux savants ayant un intérêt réel au point de vue de la Physiologie végétale, je demande à l'Académie la permission de m'en occuper à mon tour et de lui présenter quelques remarques destinées à établir : 1° que les données réunies dans les deux tableaux que nous devons à M. Viollette ne sont point contradictoires; 2° qu'il en résulte la preuve de l'influence nuisible de l'effeuillaison d'abord sur le développement absolu des betteraves, ensuite sur leur richesse saccharine.

» Avant tout, il importe de rappeler que les expériences de M. Viollette réunissent les diverses conditions qui peuvent les rendre rigoureusement comparables. Toutes les betteraves qui en ont été les sujets provenaient de graines récoltées sur un seul et même pied; elles avaient été semées dans la même terre et en lignes adjacentes; d'où il me semble résulter que, si, dans chacune des deux séries de plantes considérées isolément, le développement a été inégal et si la richesse saccharine a varié sensiblement, la cause essentielle en a été surtout, sinon uniquement, dans ces dispositions

individuelles par l'effet desquelles les produits d'un même semis diffèrent toujours plus ou moins entre eux, et auxquelles est due principalement la formation des variétés et des races.

» Ceci posé, faisant ce que demandait notre illustre confrère, c'est-à-dire comparant « la contenance en sucre de chaque betterave à part », je reprends les deux tableaux de M. Viollette, et je range les betteraves qui y figurent non pas au hasard, mais dans un ordre déterminé par le poids auquel chacune d'elles était arrivée, soit qu'elle eût conservé ses feuilles, soit qu'elle eût subi trois effeuillaisons successives. On m'accordera, j'espère, qu'en comparant entre elles uniquement celles qui sont arrivées au même poids, d'une série à l'autre, je me place dans des conditions éminemment défavorables; car, si l'effeuillaison n'a pas nui au développement de la matière végétale en général et du sucre en particulier, au moins est-il évident qu'il n'a pu le favoriser.

» Prenant pour base du tableau ainsi disposé les betteraves non effeuillées, je range ces sujets en catégories qui comprennent : la première, ceux dont le poids, au moment de l'arrachage, dépassait 600 grammes; la deuxième, ceux dont le poids s'élevait de 401 à 600 grammes; la troisième, ceux qui pesaient de 201 à 400 grammes; la quatrième, ceux qui ont pesé moins de 200 grammes. Comme terme de comparaison, j'inscris les betteraves effeuillées en face de celles de la première série, auquelles elles ressemblent par le poids qu'elles ont atteint.

Betteraves non effeuillées.

Numéros du tableau.	Poids.	Contenu en sucre pour 100.	
		I. — *Au-dessus de* 600 *grammes.*	
1.....	960gr	10,26	*N. B.* — Aucune betterave effeuillée n'est arrivée au poids de 600 grammes.
2.....	860	10,98	
7.....	840	12,04	
10.....	820	12,34	
15.....	770	12,66	
8.....	710	12,04	
9.....	700	12,30	
20.....	670	13,16	
5.....	660	11,62	
6.....	650	11,90	
21.....	640	13,16	
19.....	620	12,98	

Betteraves non effeuillées. Numéros du tableau.	Poids.	Contenu en sucre pour 100.		*Betteraves effeuillées.* Numéros du tableau.	Poids.	Contenu en sucre pour 100.	
		II. — *De* 400 *à* 599 *grammes.*					
3.....	590	10,98					
25.....	530	13,52					
16.....	510	12,66					
17.....	500	12,66					
29.....	480	13,88	En moy. 14,51	1.....	480^{gr}	8,48	
37.....	480	15,14					
32.....	440	14,06					
11.....	400	12,34					
		III. — *De* 200 *à* 399 *grammes.*					
38.....	380	15,62					
28.....	370	13,70		11.....	370	10,00	
12.....	360	12,34		4.....	360	9,08	En moy. 10,09
				25.....	360	11,10	
				7.....	350	9,44	
18.....	340	12,82		17.....	340	10,64	11,00
				29.....	340	11,36	
35.....	330	14,50					
33.....	326	14,28					
22.....	300	13,34	13,61				
30.....	300	13,88		30.....	300	11,36	
				2.....	290	8,48	
				18.....	290	10,64	
				31.....	290	11,36	
				9.....	280	9,90	
				32.....	280	11,36	
				6.....	270	9,34	
				13.....	270	10,30	
				21.....	270	10,86	
34.....	260	14,28		33.....	260	11,36	
				14.....	250	10,20	
				22.....	250	10,86	
27.....	240	13,52		36.....	240	12,66	
				26.....	230	11,10	
23.....	210	13,34		15.....	210	10,20	10,31
				16.....	210	10,42	
36.....	200	14,50		3.....	200	8,92	10,58
				27.....	200	12,24	

Betteraves non effeuillées.			*Betteraves effeuillées.*		
Numéros du tableau.	Poids.	Contenu en sucre pour 100.	Numéros du tableau.	Poids.	Contenu en sucre pour 100.
IV. — 199 *grammes et au-dessous.*					
			12.....	190	10,10
			19.....	190	10,64
			10.....	170	9,90
			23.....	170	10,86
			34.....	160	11,36
			37.....	160	12,82
			20.....	150	10,64
39.....	140	15,62			
14.....	130	12,50			
31.....	130	13,34			
24.....	120	13,34	35.....	120	11,90
40.....	80	15,88			

» La vue seule du tableau ainsi disposé montre les faits suivants :

» 1° Parmi les betteraves feuillées, 12 ont dépassé 600 grammes et 8 ont égalé ou dépassé 400 grammes, ce qui donne un total de 20 sur 40, exactement la moitié, qui ont atteint ou dépassé 400 grammes.

» Parmi les betteraves effeuillées, aucune n'est arrivée à 600 grammes; une seule a dépassé 400 grammes (n° 1 = 480 grammes) ; et, parmi les 36 autres, 24 ont varié de 200 à 370 grammes, 7 seulement s'élevant au-dessus de 300 grammes.

» Au point de vue du développement absolu, il me semble difficile de contester que l'avantage n'ait été aussi prononcé que possible du côté des betteraves feuillées ; d'où il me semble assez légitime de conclure que l'effeuillage a nui à ce développement absolu. La différence a été telle que, d'après les calculs de M. Viollette, les betteraves feuillées ont produit à raison de 44950 kilogrammes ou, en nombres ronds, 45000 kilogrammes à l'hectare, tandis que la récolte des betteraves effeuillées n'a été qu'à raison de 23425 kilogrammes à l'hectare, nombre de bien peu supérieur à la moitié du premier.

» 2° Dans la série des betteraves feuillées, le plus fort développement en volume a concordé avec la moindre richesse saccharine, à ce point que, sur les 16 plus grosses, aucune n'est arrivée au chiffre de 14 pour 100 de sucre qui avait été constaté par l'analyse dans le porte-graines.

» 3° A poids égaux, les betteraves effeuillées ont été, invariablement et

sans une seule contradiction, beaucoup plus pauvres en sucre que celles qui avaient conservé leurs feuilles. En voici la preuve :

» 2 betteraves feuillées, pesant 480 grammes, contenaient l'une (n° 29) 13,88, l'autre (n° 37) 15,14 de sucre, en moyenne 14,51 ; la seule betterave effeuillée qui ait atteint ce poids n'en renfermait que 8,48, c'est-à-dire 6,03 de moins.

» Les tableaux portent : 1° au poids de 370 grammes, 1 sujet feuillé (n° 28) avec 13,70 de sucre et 1 effeuillé avec 10,00; 2° 1 sujet (n° 12), du poids de 360 grammes avec 12,34 de sucre, et 2 effeuillés, (n° 4) avec 9,08 et (n° 25) avec 11,10, en moyenne pour les deux 10,09 ; 3° 1 sujet (n° 18) du poids de 340 grammes avec 12,82 de sucre; 2 effeuillés, (n° 17) avec 10,64, (n° 29) avec 11,36, 11,00 en moyenne; 4° 2 sujets feuillés de 300 grammes, (n° 22) avec 13,34, (n° 30) avec 13,88, ou en moyenne pour les deux 13,61 ; 1 effeuillé (n° 30) avec 11,36, etc. Il est inutile de relever un plus grand nombre de ces exemples que le tableau ci-dessus met en parfaite évidence.

» Il me semble donc démontré par ces chiffres que, sans une seule exception, toutes les betteraves effeuillées ont contenu notablement moins de sucre que les betteraves feuillées dont le poids était ou rigoureusement égal ou presque égal. D'un autre côté, toutes ces betteraves effeuillées étaient restées, au minimum, de plus de 1 pour 100, au maximum de près de 5 pour 100, et en moyenne de 2 à 3 pour 100 plus pauvres en sucre que la plante qui avait fourni la graine, tandis que, parmi les betteraves feuillées, 9 ont dépassé cette proportion et 11 l'ont à peu près égalée. Ne semble-t-il pas logique de conclure de cette comparaison que l'effeuillaison a eu pour effet direct de diminuer le richesse saccharine? Or il était déjà certain qu'il avait amoindri le développement absolu de près de moitié. Je regarde donc comme démontré par les expériences de M. Viollette ce double énoncé que l'effeuillaison nuit à la fois au développement en grosseur des betteraves et à leur richesse en sucre.

» 4° M. Viollette a conclu de ses analyses que la diminution de sucre, dans les betteraves effeuillées, avait été, en moyenne, de 2,57 pour 100. Je ne veux pas défendre la légitimité de cette moyenne, bien que la comparaison précédente me fasse penser qu'elle est plutôt au-dessous qu'au-dessus de la vérité; je demande seulement à l'Académie la permission de lu faire observer que ce chiffre de 2,57 pour 100, sur un rendement de 12 à 14 pour 100 dans les meilleures conditions, serait difficilement, aux yeux des cultivateurs comme à ceux des fabricants de sucre, une « faible différence moyenne », ainsi que l'a qualifiée notre illustre confrère. En effet, d'après

les deux rendements à l'hectare calculés par M. Viollette, elle représenterait, si je ne me trompe, une diminution de 1206 kilogrammes de sucre par hectare, pour les betteraves effeuillées, comparativement aux betteraves feuillées (2222 kilogrammes contre 3428 kilogrammes), c'est-à-dire de plus d'un tiers sur la production de matière saccharine qu'auraient donnée les dernières de ces plantes, d'après les chiffres consignés par ce chimiste dans ses deux tableaux.

» Donc, en résumé, dans des conditions rigoureusement comparatives, l'effeuillaison a réduit la production absolue des betteraves, par hectare, de 44950 à 23425 kilogrammes, c'est-à-dire d'environ moitié, et celle du sucre de 3428 à 2222 kilogrammes, c'est-à-dire de plus du tiers. Il me semble difficile de ne pas voir dans la comparaison de ces nombres la preuve de l'influence nuisible que cette opération a exercée à la fois sur le développement de la substance végétale et sur la formation de la matière saccharine.

» Dans une prochaine Communication je tâcherai de montrer que ce double résultat est la conséquence naturelle des données de la Physiologie végétale. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la périodicité des grands mouvements de l'atmosphère.* Note de M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« J'ai déjà exposé devant l'Académie la méthode générale que je suis dans mes recherches sur la périodicité des phénomènes atmosphériques. La marche que j'ai adoptée est celle-ci :

» Considérant que les variations de la température constituent le fait météorique capital et, en quelque sorte, initial, déterminant les autres mouvements observés dans l'atmosphère, j'étudie ces variations dans tous leurs détails, et je cherche à dégager les lois qui président à leur retour périodique, soit dans l'année, soit dans un cycle d'années. D'un autre côté, je définis les rapports qui lient les variations de la température à celles des autres éléments atmosphériques.

» Pour cela, il se présente deux moyens.

» On peut rapprocher et comparer la marche de deux de ces éléments, ou celle des appareils qui servent à les mesurer : c'est ce que j'ai fait pour le baromètre et le thermomètre. J'ai démontré que les allures de ces deux instruments peuvent, dans un intervalle de temps, être considérées comme parallèles entre elles, mais non synchroniques, et que la

distance, en temps, entre deux inflexions semblables n'est pas constante : en d'autres termes, qu'à certains moments, qui correspondent sans doute au passage des tempêtes tournantes, cette distance subit une variation brusque, puis reste sensiblement constante jusqu'à une prochaine perturbation.

» Un autre mode de comparaison peut être employé : il consiste à supposer démontrés les retours périodiques que j'ai signalés dans les variations de la température et à rechercher si les mêmes périodes se retrouveraient dans les autres phénomènes atmosphériques. Tel est le procédé que j'ai suivi pour les variations de l'ozone et les phénomènes électriques de l'atmosphère, et même pour les influences physiologiques, qui paraissent liées aux variations dans les propriétés du milieu aérien.

» C'est cette dernière marche que je veux suivre dans la présente Note.

» On conçoit qu'il est assez difficile de caractériser l'époque d'une perturbation atmosphérique, qui dure souvent plusieurs jours, d'une manière assez précise pour qu'elle puisse entrer dans un calcul numérique. Dans deux Notes, présentées à l'Académie le 14 mai et le 18 juin 1866, j'établissais, par la discussion de trente mois (février 1864-mai 1866) des documents publiés journellement par le *Bulletin international* de l'Observatoire de Paris, que, durant cet intervalle, les quatre mois, opposés deux à deux, de février, mai, août et novembre avaient, pendant les jours critiques du 10 au 14, présenté, sur la surface de l'Europe, une bourrasque ou une série de bourrasques, et que l'apparition de ces bourrasques avait coïncidé avec une répartition de la pression atmosphérique plus inégale en ces jours qu'en ceux qui les avaient précédés ou suivis (1).

» C'est cette différence entre les écarts extrêmes de la pression barométrique en Europe qui va me servir à caractériser chaque jour de l'année au point de vue des mouvements de l'atmosphère. Il est manifeste, en effet, que l'intensité de ces violents déplacements de l'air est en rapport direct avec l'écart qui se produit dans la pression barométrique de deux régions différentes.

» J'ai discuté dans ce but, jour par jour, deux années entières du *Bulletin international* (22 décembre 1872-22 décembre 1874) (2). Pour cela,

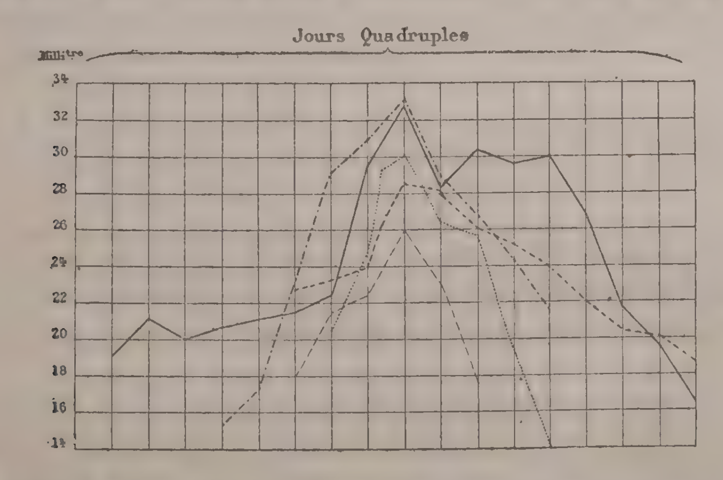
(1) L'échéance du 11 novembre a été signalée, cette année, par d'horribles tourmentes, dont les journaux rapportent encore en ce moment les funestes effets.

(2) Ce sont les deux dernières années entièrement terminées.

j'ai pris la moyenne des trois pressions les plus élevées de chaque jour et j'en ai retranché la moyenne des deux pressions les plus basses, observées le même jour. J'ai obtenu ainsi, pour chaque jour de chacune de ces deux années, une représentation numérique de l'écart extrême de la pression en Europe. L'écart minimum, pendant ces deux ans, a été de $6^{mm},1$ le 20 décembre 1873; l'écart maximum de $56^{mm},7$ le 27 janvier 1874. L'écart moyen a été sensiblement plus considérable en 1874 qu'en 1873.

» Chaque jour étant ainsi représenté, au point de vue de ces écarts, par une caractéristique numérique, je n'avais plus qu'à rechercher si ces nombres suivent, dans leur répartition, les symétries quadruple, dodécuple et tridodécuple, c'est-à-dire si l'accroissement et la diminution dans leurs valeurs se reproduisent avec une certaine régularité tous les 90 jours, tous les 30 jours et tous les 10 jours.

» Pour représenter la disposition quadruple, il faudrait pouvoir disposer (ce que ne nous accordent pas nos *Comptes rendus*) d'une planche dont les dimensions permettraient de reproduire une courbe de 90 points. A défaut de ce vaste dessin, j'ai réuni, dans le diagramme suivant, plusieurs séries de jours quadruples, prises dans chacune des deux années :

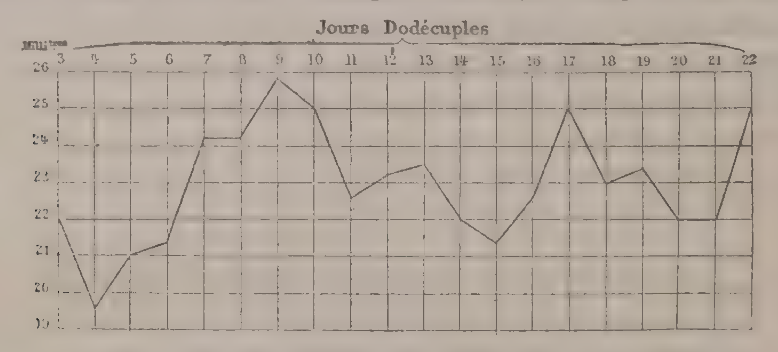


» Les cinq courbes de ce diagramme reproduisent, pour 1874, les 17 jours quadruples du 2e au 18e, les 12 jours du 34e au 45e et les 10 jours du 64e au 73e; pour 1873, les 8 jours du 27e au 34e et les 6 jours du 83e au 87e (1). Toutes les fractions *quadruples* de l'année sont donc représentées

(1) Je ne puis reproduire ici ce que j'entends par les mots de *jours quadruples dodécuples et tridodécuples*. Il me suffira de rappeler que le premier jour quadruple se compose

dans ces cinq courbes. Or, il est manifeste que ces courbes offrent toutes un maximum très-net, auquel arrivent graduellement les cotes partant des deux minima correspondants. L'une de ces courbes, celle du 64e au 73e jour quadruple, présente un écart de $32^{mm},8$ à $15^{mm},1$; celle du 34e au 45e jour un écart de $27^{mm},1$ à $13^{mm},8$. L'allure régulière de ces diverses courbes montre bien, d'ailleurs, qu'il n'y a là rien d'accidentel. L'étude de ces deux dernières années permet donc de conclure qu'au moins durant cet intervalle les écarts extrêmes des pressions barométriques, en Europe, se sont distribués sur quatre parties de l'année, séparées d'un quadrant sur l'écliptique, de manière à y déterminer des jours quadruples à écart maximum et des jours quadruples à écart minimum.

» Pour faire ressortir la période dodécuple, c'est-à-dire le retour moyen, tous les 30 jours, des influences analogues, j'ai combiné les deux années d'observations, de sorte que chacune des ordonnées de la courbe est la moyenne de 24 nombres. Le diagramme ci-joint représente 20 de ces



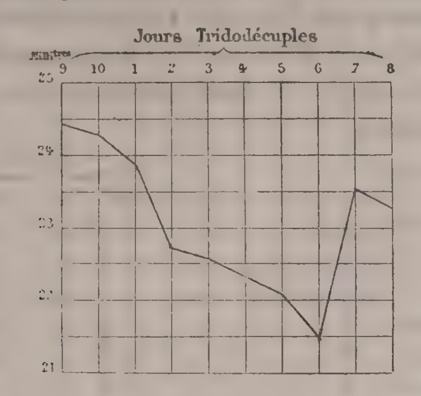
30 jours dodécuples (du 3e au 22e). La seule inspection de la courbe montre que les écarts barométriques extrêmes y constituent des maxima et des minima bien tranchés, et réunis entre eux par des cotes régulièrement graduées.

» Enfin la symétrie tridodécuple est encore plus évidente. En effet, dans la courbe ci-après, moyenne des deux années considérées, chaque ordonnée représente la moyenne de 72 nombres (36 pour chaque année, également répartis sur l'écliptique de 10 en 10 degrés). Or, loin que la courbe se réduise à une ligne droite sensiblement parallèle à l'axe des x, on voit que les cotes sont continuellement décroissantes du 9e jour trido-

---

des 22 décembre, 21 mars, 21 juin et 23 septembre; que le premier jour dodécuple comprend ces quatre dates et les 8 jours suivants : 21 janvier, 21 avril, 24 juillet, 24 octobre, 20 février, 22 mai, 24 août et 23 novembre.

décuple au 1er et du 1er au 6e, et qu'il faudrait attribuer au hasard une bien large part dans le phénomène si l'on n'admet pas l'existence d'une



loi qui, appliquée à ces deux années, répartit d'une façon aussi remarquable les écarts extrêmes de la pression barométrique observée en Europe (1).

» Je pense donc que ce premier essai de coordination autorise à admettre que les écarts extrêmes de la pression barométrique, en Europe, liés aux grands déplacements de l'air, présentent, comme tous les autres phénomènes météorologiques, une tendance marquée à se reproduire périodiquement dans l'année. »

ASTRONOMIE. — *Suite des observations des éclipses des satellites de Jupiter, faites à l'Observatoire de Toulouse* (2). Note de M. F. **Tisserand.**

« Les observations actuelles ont été faites par M. Perrotin, aide-astronome, M. Jean Édouard, élève-astronome, et par moi; ces observateurs sont désignés respectivement dans le tableau ci-après par les initiales P, J, T. On a marqué d'un ou de deux astérisques les observations douteuses; celle du 17 avril l'est, à cause de légers nuages; celles des 26 avril 1874, 13 et 20 avril, 11 mai 1875, parce que le satellite était très-près du disque; enfin celles des 15 février, 6 et 13 mai 1875, par suite du brouillard. Les instruments qui ont servi aux observations sont : une lunette A, de $0^m,11$

(1) Les deux boucles convexes présentées par la courbe ne sont, à mon avis, autre chose que l'influence de la période de 5 jours, que je n'ai point encore développée, mais qui s'impose presque à chaque discussion, et qui, étant la période simple ou élémentaire, me servira plus tard à rechercher, pour chaque ordre de phénomène, le cycle d'années qui ramène les mêmes allures.

(2) Voir *Comptes rendus* du 9 février et du 6 avril 1874.

d'ouverture, et une autre B, de $0^m,15$ d'ouverture. Les lettres D et R indiquent que le phénomène observé est une disparition ou une réapparition.

» J'extrais du tableau général le petit tableau suivant, faisant connaître pour le premier satellite les différences P—J des temps observés par M. Perrotin avec la lunette A, et par M. Jean avec la lunette B, lors des disparitions et des réapparitions :

Dates.			P—J D.	P—J R.
1875.	Fév.	1	$+2^s$	»
		8	+5	»
		24	0	»
	Mars	3	+9	»
		28	—5	»
	Avril	4	+14	»
		29	»	-12^s
	Mai	6	»	—14
		13	»	—5
		15	»	—14
	Juin	14	»	—13

» On voit que P—J est positif (sauf une exception) dans les disparitions, et négatif dans les réapparitions; cela tient à la fois aux instruments et aux observateurs; M. Perrotin, avec la lunette A, voit le satellite disparaître plus tard ou réapparaître plus tôt que M. Jean avec la lunette B. Les valeurs de P—J montrent que les éclipses du premier satellite peuvent être observées avec une assez grande précision; l'accord, en ce qui concerne les réapparitions, me paraît remarquable. Nous pensons que, dans de bonnes conditions atmosphériques, les erreurs accidentelles ne doivent guère dépasser 2 secondes, 3 secondes au plus.

» La longitude de l'Observatoire de Toulouse a été supposée égale à $3^m 31^s,0$.

Éclipses des satellites de Jupiter, 1874-1875.

Date de l'observation.			Satellite.	Phénomènes.	Observateurs.	Instruments.	Temps moyen de Toulouse.	Temps de la *Connaissance des Temps*.	Correction de la *Connaissance des Temps*.
							h m s	h m s	m s
1874.	Avril	10	I	R	P	A	8.43.14,9	8.46.46	0. 0
		10	II	R	P	A	10.41.38,4	10.45.36	—0.27
		17	I	R	P	A	10.37.40,2	10.40.55	+0.16*
		17	II	R	P	A	13.18.33,7	13.22.29	—0.24
		19	III	R	P	A	13.18.31,3	13.21.28	+0.34
		24	I	R	P	B	12.31.22,6	12.35.9	—0.15

Date de l'observation.		Satellite.	Phénomènes.	Observateurs.	Instruments.	Temps moyen de Toulouse.	Temps de la *Connaissance des Temps*.	Correction de la *Connaissance des Temps*.
						h m s	h m s	m s
1874. Avril.	24...	I	R	T	A	12.31.36,7	12.35.9	— 0.1
	26..	III	D	T	A	14.20.56,4	14.23.50	+ 0.37**
	26...	III	D	P	B	14.21.56,1	14.23.50	+ 1.37**
Mai	1...	I	R	P	B	14.26.15,6	14.29.32	+ 0.15
	3...	I	R	P	B	8.54.18,8	8.58.7	— 0.17
	5...	II	R	P	B	7.50.00,0	7.54.18	— 0.47
1875. Fév.	1...	I	D	P	A	14.31.29,3	14.34.27	+ 0.33
	1..	I	D	J	B	14.31.26,7	14.34.27	+ 0.31
	8...	I	D	P	A	16.24.40,0	16.27.40	+ 0.31
	8...	I	D	J	B	16.24.35,0	16.27.40	+ 0.26
	14...	III	R	P	A	11.40.47,4	11.43.12	+ 1.6
	15...	I	D	P	A	18.17.15,2	18.20.55	— 0.9*
	24..	I	D	P	A	14.39.27,3	14.42.28	+ 0.30
	24...	I	D	J	B	14.39.26,6	14.42.28	+ 0.30
Mars	3..	I	D	P	A	16.32.50,4	16.35.46	+ 0.35
	3...	I	D	J	B	16.32.41,2	16.35.46	+ 0.26
	24...	II	D	P	A	14.31.58,7	14.33.52	+ 1.38
	24...	II	D	J	B	14.31.55,2	14.33.52	+ 1.34
	26..	I	D	P	A	16.41.11,9	16.44.25	+ 0.18
	28...	I	D	P	A	11. 9.33,3	11.12.48	+ 0.16
	28...	I	D	J	B	11. 9.38,0	11.12.48	+ 0.21
	29...	III	D	P	A	9.15.39,2	9.17.3	+ 2.7
	29...	III	D	J	B	9.15.35,7	9.17.3	+ 2.4
	31...	II	D	P	A	17. 7.26,6	17. 9.13	+ 1.45
	31...	II	D	J	B	17. 7.22,4	17. 9.13	+ 1.40
Avril	4...	I	D	P	A	13. 2.53,0	13. 6.23	+ 0.1
	4...	I	D	J	B	13. 2.38,6	13. 6.23	— 0.13
	13...	I	D	P	A	9.23.33,9	9.28.32	— 1.27*
	20...	I	R	P	A	13.27.24,1	13.30.14	+ 0.41*
	29..	I	R	P	A	9.49. 3,7	9.52.33	+ 0.2
	29..	I	R	J	B	9.49.16,0	9.52.33	+ 0.14
Mai	6..	II	R	P	A	8.32.59,8	8.36.52	— 0.21*
	6...	I	R	P	A	11.43. 4,4	11.46.33	+ 0.2
	6..	I	R	J	B	11.43.18,4	11.46.33	+ 0.16
	11...	III	D	P	A	9. 6. 4,6	9. 7.47	+ 1.49*
	11...	III	D	J	B	9. 5.17,4	9. 7.47	+ 1.1*
	11...	III	R	P	A	11. 4.16,3	11. 8.52	— 1.5
	11...	III	R	J	B	11. 4.19,7	11. 8.52	— 1.1
	13..	II	R	P	A	11. 7.50,0	11.13.37	— 2.16
	13..	II	R	J	B	11. 8.26,2	11.13.37	— 1.40
	13...	I	R	P	A	13.37.35,2	13.40.38	+ 0.28*

Date de l'observation.			Satellite.	Phénomènes.	Observateurs.	Instruments.	Temps moyen de Toulouse.	Temps de la *Connaissance des Temps.*	Correction de la *Connaissance des Temps.*
							h m s	h m s	m s
1875.	Mai.	13...	I	R	J	B	13.37.40,3	13.40.38	+0.33
		15...	I	R	P	A	8. 5.26,1	8. 9.12	−0.15
		15...	I	R	J	B	8. 5.41,0	8. 9.12	0.0
		20...	II	R	P	A	13.45. 2,3	13.50.33	−2.0
		20...	II	R	J	B	13.44.57,3	13.50.33	−2.5
	Juin	7...	I	R	J	B	8.16.56,2	8.20.42	−0.15
		7...	II	R	J	B	8.17.50,8	8.24.1	−2.39
		14...	I	R	P	A	10.11.38,3	10.15.9	0.0
		14...	I	R	J	B	10.11.51,4	10.15.9	+0.13
		14...	II	R	P	A	10.55.56,0	11. 1.21	−1.54
		14...	II	R	J	B	10.55.50,7	11. 1.21	−1.59

MÉCANIQUE. — *Nouvelles observations sur la loi de la détente pratique dans les machines à vapeur.* Note de M. A. LEDIEU.

« Nous demandons à l'Académie la permission de revenir encore une fois sur l'importante question de la détente dans les machines à vapeur. Depuis notre dernière Communication sur ce sujet (1), nous nous sommes livré à de nouvelles études sur de nombreux diagrammes. Nous avons pu d'ailleurs comparer et fondre nos résultats avec ceux d'un travail très-remarquable, publié sur la même question par M. Leloutre, dans le *Bulletin de la Société industrielle du nord de la France.*

» Le but que je poursuis dans ma Note actuelle est d'établir l'inexactitude *radicale* de la règle qui tend à prévaloir pour le calcul du travail pendant la détente, en remplaçant la loi de Mariotte, malheureusement avec la probabilité d'erreurs plus grandes et plus fréquentes. Cette règle est basée sur l'hypothèse de l'*adiabatisme* des parois du cylindre et se déduit de la Thermodynamique. Il y a là, ce qui se rencontre souvent au début des nouvelles doctrines, un usage trop *absolu* de cette science importante, qui ne pourrait que la compromettre aux yeux des praticiens.

» Dans les machines, les parois du récipient où fonctionne le fluide moteur ne satisfont jamais à la condition d'*impénétrabilité à la chaleur*, nécessaire pour que la courbe de détente soit rigoureusement une *adiabatique*. Il existe des différences plus ou moins marquées, suivant la quantité de chaleur que lesdites parois cèdent au fluide qui se détend. Il n'y a donc pas possibilité d'établir *a priori* en quoi consistent exactement ces différences,

(1) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1199.

Tableau des valeurs que prend l'exposant α dans l'équation générale pV^{α} = const. *des courbes de détente pratique, suivant les conditions diverses de fonctionnement des machines.*

Nos d'ordre.	Espèce d'enveloppe du cylindre.	État de la vapeur à son entrée dans le cylindre.	Étendue de la détente = vol. à la fin de la détente / au début de la détente.	Mode de fonctionnement.	Pression absolue de la vapeur au début de la détente, en kilogr. par centimètre carré.	Valeur de l'exposant α.	Genre de machine où le cas considéré se rencontre.
1	Enveloppe sèche.....	Surchauffée de 70°.	4 à 10	Ordinaire	4^{kg}	1 à 0,8	Machines ordinaires à haute pression.
2	**Enveloppe sèche.....**	**Saturée...........**	4 à 10	**Ordinaire...........**	$4^{kg},5$ à $3^{kg},5$	1 à 0,7	Id. Id.
3	Chemise de vapeur...	Saturée.	8 à 15	Ordinaire.	$3^{kg},5$	0,8 à 0,6	Id. Id.
4	Enveloppe sèche.....	Légèrem. surchauff.	1,2 à 1,5	Woolf, cyl. admetteur.	$2^{kg},9$ à $2^{kg},5$	1,2 à 0,9	Compounds à moyenne pression et à points morts discordants, très-répandus dans la flotte française.
5	Chemise de vapeur...	Saturée...........	2	Woolf, cyl. détendeur.	$1^{kg},7$ à $1^{kg},2$	aucune loi acceptable (1)	Les mêmes machines que les précédentes.
6	Chemise de vapeur...	Légèrem. surchauff.	2 à 3,5	Woolf, cyl. admetteur.	$4^{kg},5$ à $3^{kg},5$	1 à 0,8	Compounds à haute pression et à points morts discordants ou concordants, très-répandus dans toutes les marines commerciales, et commençant à être usitées dans les marines de guerre.
7	**Chemise de vapeur...**	**Saturée. ....**	3	**Woolf, cyl. détendeur.**	$1^{kg},6$ à $1^{kg},2$	1 à 0,9 (2)	Les mêmes machines que les précédentes à **points morts concordants. — Pour celles à points morts discordants, il n'y a en général *aucune loi acceptable* (1).**
8	Chemise de vapeur...	Saturée...........	1,2	Woolf, cyl. admetteur.	$4^{kg},5$	1,20	Machines Woolf à haute pression et à points morts concordants, de terre.
9	Chemise de vapeur...	Saturée...........	7	Woolf, cyl. détendeur.	$3^{kg},2$	0,70 (2)	Les mêmes machines que les précédentes.
10	Chemise de vapeur...	Saturée.	3 à 4	Woolf, cyl. admetteur.	4^{kg}	0,75	Machines Woolf à haute pression et à points **morts concordants, de terre.**
11	**Chemise de vapeur...**	**Saturée. ....**	6	Woolf, cyl. détendeur.	$1^{kg},6$ à 1^{kg}	1 à 0,75 (2)	Les mêmes machines que les précédentes.
12	Chemise de vap. très-active.	Saturée.	3 à 8	Woolf, cyl. admetteur.	6^{kg} à 3^{kg}	0,7 à 0,5	Machines Woolf à haute pression et à points **morts concordants, de terre.**
13	Chemise de vap. très-active.	Saturée.	6	Woolf, cyl. détendeur.	1^{kg} à $6^{kg},5$	0,7 à 0,6 (2)	Les mêmes machines que les précédentes.

(1) Ce résultat se trouve expliqué par les développements du courant du texte. — (2) Pour tous les cylindres détendeurs des machines Woolf, les valeurs de α concernent la partie de l'expansion ayant réellement lieu au Woolf. Les valeurs concernant la détente *naturelle* à ces mêmes cylindres varient, en général, de 1,2 à 1 pour les appareils de la ligne n° 5, et de 1 à 0,8 pour les deux sortes d'appareils de la ligne n° 7.

Nota général — Toutes choses égales d'ailleurs, l'exposant α varie en sens inverse de l'étendue de la détente, et au contraire dans le même sens que la pression au début de cette période. Il est moindre avec les chemises de vapeur qu'avec les simples enveloppes isolantes; — dans les machines Woolf que dans les machines ordinaires; — enfin avec de la vapeur humide qu'avec de la vapeur sèche, et *a fortiori* surchauffée. Il est également influencé par la durée du **coup de piston, et il tend à diminuer à mesure que cette durée augmente.**

En raison de la remarque importante qui précède, les chiffres d'une même ligne horizontale ont été écrits dans l'ordre de leurs variations corrélatives.

ni, à plus forte raison, de poser l'équation des courbes relatives à la *détente pratique*. Toutefois, en ce qui concerne la *vapeur d'eau*, l'étude d'un nombre considérable de diagrammes relevés à l'indicateur de Watt permet d'indiquer *grosso modo* les relations qui conviennent aux machines actuelles de terre et de mer. D'une manière générale, les courbes de détente pratique peuvent être renfermées dans l'équation

$$(1) \qquad pV^{\alpha} = \text{const.}$$

» A la vérité, la ligne représentée par cette équation n'est jamais entièrement identique avec la courbe que trace le crayon de l'indicateur pendant l'expansion. Elle s'étend généralement au-dessous de cette courbe dans les premiers moments de la détente; puis elle la coupe, passe au-dessus d'elle, pour donner plus loin une nouvelle intersection et rester dès lors au-dessous du diagramme de l'indicateur. Il arrive fréquemment que la courbe de la formule et celle de l'indicateur se coupent un grand nombre de fois, notamment avec les grandes expansions et dans les cylindres détendeurs des machines Compound à points morts concordants. L'équation (1) donne alors des résultats assez exacts. En revanche, dans les Compounds à points morts discordants, il n'existe pas de valeur sensiblement constante de α capable de représenter la courbe des volumes et des pressions relative aux cylindres détendeurs; en d'autres termes, l'équation (1) ne fournit plus alors de résultat acceptable. Dans les autres cas, elle est suffisante pour les besoins de la pratique, et il n'y aurait moyen d'en établir une plus rigoureuse qu'aux dépens de la simplicité.

» Quoi qu'il en soit, l'exposant α dépend en principe des conditions diverses de fonctionnement du cylindre considéré. Le tableau synoptique qui précède donne les différentes valeurs de cet exposant pour les principaux genres de machines actuelles de terre et de mer.

» D'après ce tableau, la valeur $\alpha = 1$ convient à un bon nombre de machines ordinaires à haute pression, avec enveloppes sèches et détente de 4. Elle convient souvent aussi, tant pour les cylindres admetteurs que pour les cylindres détendeurs, à beaucoup de Compounds marins actuels. Par conséquent, dans tous les appareils dont il s'agit, la vapeur d'eau se détend suivant la *loi de Mariotte*, c'est-à-dire comme un gaz qui se dilaterait isothermiquement. La comparaison bien entendu ne s'adresse qu'aux volumes et aux pressions des deux sortes de fluides en question; car, ici, la température, au lieu de demeurer *constante*, comme pour les gaz, pendant la durée du phénomène, varie pendant toute cette durée.

» On sait que les courbes adiabatiques de la vapeur d'eau ont pour formule :

$$\text{p}V^r = \textit{constante},$$

$$\text{avec } r = 1{,}035 + 0{,}1 \times \frac{\text{Poids initial de la vapeur même}}{\text{Poids initial du mélange de vapeur et de liquide.}}$$

» Le plus souvent il existe des différences considérables entre la valeur de ce dernier exposant et celle de α de la formule (1), et par suite entre les courbes *adiabatiques* de la vapeur d'eau et ses courbes de *détente pratique*. Ces différences doivent surtout être attribuées, qu'il y ait ou non une chemise de vapeur, à l'intervention calorifique *inévitable* des *parois* du cylindre, en entendant (et cela une fois pour toutes) par *parois* du cylindre non-seulement la surface latérale de ce récipient, mais encore son fond ou couvercle ainsi que la face du piston du côté où a lieu l'expansion. Or cette intervention calorifique prévient les refroidissements inhérents au travail externe engendré par l'expansion, et empêche la condensation qui se produirait pendant la détente si les choses se passaient adiabatiquement. Bien plus, elle détermine une vaporisation plus ou moins active des particules liquides existant dans la vapeur ou sur les parois du cylindre au début de l'expansion, lorsqu'il n'y a pas de chemise de vapeur et que le réchauffement du cylindre est produit énergiquement, à chaque période d'introduction, par la condensation d'une certaine partie du fluide introduit, même quand ce fluide arrive surchauffé. Sans compter que, dans le cas qui nous occupe, lesdites particules d'eau possédant, à l'origine de la détente, la température de la vapeur d'admission, ont une certaine influence sur le phénomène, à cause de leur chaleur spécifique élevée. Lorsqu'il existe une chemise de vapeur, il y a peu ou point de particules liquides à vaporiser, et l'intervention calorifique des parois du cylindre se manifeste au moins par l'absence de condensations pendant la détente, sinon par un surchauffage. Il convient d'ajouter, dans tous les cas, à cette intervention le calorique développé par le frottement du grand piston et, selon certains praticiens, les fuites de vapeur aux organes de distribution. Mais ces fuites, dans les machines bien construites, ne sont jamais assez notables pour que leur influence sur la courbe de détente soit comparable à l'effet dû à ladite intervention calorifique.

» L'exposant α peut parfois avoir la même valeur que l'exposant r de la courbe adiabatique. Dans ce cas, la ligne de détente pratique est donc la même que si les choses se passaient adiabatiquement. Mais l'analogie

n'existe exclusivement que pour la courbe d'expansion ; car les conditions économiques sont totalement renversées, encore à cause de l'intervention calorifique des parois du cylindre.

» A ce sujet, nous ne saurions trop prémunir le lecteur contre l'idée fausse qu'il pourrait se faire de l'influence de l'exposant α sur la valeur d'une machine. D'après le tableau précédent, cet exposant α est susceptible d'être de même grandeur pour des conditions de fonctionnement tout à fait disparates, mais telles que ce soient des éléments différents qui influent de la même manière sur cet exposant. D'autre part, on sait que la dépense de vapeur calculée au moyen des diagrammes relevés à l'indicateur n'est qu'une dépense *apparente*, qu'il faut augmenter, pour obtenir la dépense *réelle*, de la consommation provenant du fait de la liquéfaction plus ou moins intense de la vapeur d'admission. D'une manière générale, l'aspect plus ou moins avantageux, au point de vue de leur aire, qui résulte pour les diagrammes des valeurs plus ou moins faibles de α, et par suite de la chute plus ou moins marquée de la pression pendant la détente, n'a pas de rapport immédiat avec le rendement calorifique, et ce rendement peut être mauvais avec des courbes de détente *exhaussées*. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Remarques sur les Balénides des mers du Japon, à propos du crâne d'un Cétacé de ce groupe, envoyé au Muséum par le Gouvernement japonais, sur la demande de M. Janssen* (1). Note de M. P. GERVAIS.

« La pêche des Baleines, actuellement abandonnée sur un grand nombre de points du globe, à cause de la diminution chaque jour croissante de ces gigantesques Mammifères, se pratique encore avec quelque succès dans les parages du Japon. Cependant on ne possède, au sujet des caractères distinctifs des espèces de cette région, que des renseignements bien imparfaits, en partie tirés d'ouvrages publiés par les Japonais eux-mêmes, en vue de fournir des indications à leurs baleiniers et dont les principaux consistent en figures accompagnées de rares détails descriptifs. La comparaison de ces figures avec celles tirées des Balénides, propres aux autres stations, qui ont été publiées en Europe, a néanmoins suffi pour mettre hors de doute la remarque faite par les Japonais que leur archipel est visité par plusieurs formes de ces animaux ; quant aux caractères anatomiques de ces derniers,

(1) *Comptes rendus*, p. 870 de ce volume.

on les ignore absolument, et pourtant il serait indispensable de les bien connaître pour en établir la comparaison avec ceux des espèces de la même famille qui vivent sur d'autres points du globe, et assurer la nomenclature ainsi que la classification définitive des animaux de ce groupe. A cet égard, la pièce (1) qui vient d'être adressée au Muséum sur la demande de notre savant confrère M. Janssen offre un intérêt incontestable, que rend plus grand encore la possibilité fournie par nos collections d'en établir la comparaison avec celles provenant d'autres mers, notre établissement possédant une grande partie des types qui ont servi aux descriptions sur lesquelles repose la Cétalogie anatomique.

» Dans le livre qu'ils ont publié en 1833, sous le titre de *Fauna japonica*, Temminck et son collaborateur M. Schlegel citent, d'après des renseignements recueillis au Japon par le célèbre voyageur hollandais de Siebold, les espèces de Balénides connues des baleiniers de ce pays, comme fréquentant le littoral de leur archipel.

» I. Une première espèce est regardée par les savants que nous venons de nommer comme appartenant aux Baleines proprement dites, et elle a en effet de commun avec elles d'avoir la tête très-grosse, les fanons allongés et le dos dépourvu de nageoire. C'est le *Sebi-Kuzira* des Japonais (2); Gray en a fait l'*Eubalæna Sieboldii*, ce qui rappelle le nom de M. de Siebold, qui a contribué à la faire mieux connaître; mais Lacépède l'avait déjà appelée *Balæna japonica*. Elle s'étend jusqu'aux îles Aléoutiennes et répond alors au *Balæna aleoutiensis*.

» On n'en possède encore aucune pièce en Europe, et pourtant il serait utile de la comparer, sous le rapport ostéologique, avec les Cétacés à fanons qui rentrent dans la même tribu qu'elle.

» Toutefois on peut pourtant affirmer, dès à présent, qu'elle s'éloigne notablement par ses caractères de la Baleine franche (*Balæna mysticetus*) et qu'elle ressemble au contraire notablement aux espèces des mers australes, telles que les *Balæna australis* et *B. antipodum*, dont les types sont conservés au Muséum, ainsi qu'à la Baleine des Basques (*Balæna biscayensis*) que l'on

---

(1) C'est le crâne d'un sujet adulte dont le reste du squelette ne tardera pas à être expédié à Paris.

Ce crâne à 4,30 de longueur totale et sa mâchoire inférieure 4,10; le rostre mesure 3,25 depuis l'échancrure nasale jusqu'à l'extrémité terminale des os incisifs; la largeur entre le bord externe des os frontaux est de 1,80 et l'arc sus-orbitaire des mêmes os est long de 0,45; le milieu du rostre est large de 0,78.

(2) Temminck et Schlegel, *Fauna japonica*, *Pl. XXVIII* et *XXIX*.

pêchait autrefois dans le golfe de Gascogne, mais qui ne s'y voit plus de nos jours qu'à des intervalles très-éloignés. L'Académie se rappelle que le savant anatomiste danois Eschricht lui a signalé, il y a déjà quelques années, la capture, auprès de Saint-Sébastien, d'une jeune Baleine des Basques qui y était venue avec sa mère, mais qui put seule être prise. Le squelette de ce Baleineau, l'unique exemplaire de son espèce qui soit actuellement conservé dans les collections d'histoire naturelle, a été préparé pour le Musée de Copenhague, et il y a été étudié d'une manière comparative par MM. Eschricht et Reinhardt.

» Le *Ko-Kuzira*, donné comme constituant une autre espèce de vraie Baleine, ne paraît pas à Temminck et à Schlegel différer du Sebi-Kuzira ; ce serait donc aussi une Baleine à grands fanons ; mais on n'a pas encore la preuve que cette synonymie soit fondée.

» II. Les autres Balénides japonais sont indistinctement regardés par les mêmes auteurs comme appartenant à la division de ces grands Cétacés que Lacépède appelait des *Baleinoptères* et que l'on reconnaît à leur tête plus effilée, à la brièveté de leurs fanons, particularité qui leur enlève une des qualités pour lesquelles on recherche surtout les vraies Baleines, et à ce fait qu'ils portent sur le dos une sorte de nageoire adipeuse à laquelle fait allusion le nom par lequel on les a désignés, depuis l'auteur de l'*Histoire des Cétacés,* dans les ouvrages de Zoologie ; mais il s'en faut de beaucoup que les autres caractères des Baleinoptères actuellement connus soient uniformes, ce qui a conduit les naturalistes à distinguer parmi eux différents genres plus ou moins faciles à reconnaître et dont quatre vont seuls nous occuper.

» Il y a des Baleinoptères dont la fausse nageoire dorsale est assez grande et qui ont la pectorale courte : ce sont les vrais *Rorquals,* aussi appelés *Physalus;* une de leurs espèces se montre assez souvent sur nos côtes.

» D'autres ont des caractères peu différents ; mais le nombre de leurs vertèbres est moins considérable, et on les distingue encore à quelques autres dispositions qui, pour être de faible importance, ne méritent pas moins d'être remarquées : ce sont les *Baleinoptères* proprement dits, surtout connus d'après le *Balæna rostrata* d'Othon Fabricius. Cette espèce est plus petite que les autres, et elle ne vient qu'assez rarement dans nos parages ; au contraire, le *Rorqualus musculus*, ou Rorqual ordinaire, a déjà été signalé par Aristote dont il constitue le *Mysticète*, et chaque année il s'en prend quelques exemplaires sur les côtes européennes.

» D'autres encore ont la dorsale surbaissée, et comme Sibbald en a le

premier décrit l'espèce propre à l'Atlantique, on les appelle des *Sibbaldius*; leur taille est considérable.

» Une quatrième catégorie se distingue surtout par le grand développement des pectorales : c'est celle des *Mégaptères* de Gray ou *Kyphobaleines* d'Eschricht, auxquels appartiennent non-seulement le Képorkak des régions septentrionales de l'Atlantique, mais aussi l'espèce des mers australes, dont Cuvier, qui a le premier reconnu l'utilité d'étudier avec soin le squelette des Cétacés pour démontrer les véritables caractères de ces animaux, a fait son Rorqual du Cap.

» Le Japon paraît posséder des représentants de ces différents genres de Baleinoptères, mais celui des Mégaptères était encore le seul qu'on y eût constaté d'une manière positive; aussi Temminck et Schlegel avaient-ils réuni sous la dénomination de Baleinoptères antarctiques (*Balænoptera antarctica* (1) et en leur attribuant les caractères de cette sous-division, les *Sato-Kuzira*, *Nagazu-Kuzira* et *Noso-Kuzira* des baleiniers japonais, qui sont bien des Baleinoptères, mais qu'il est impossible de classer tous trois dans le même genre que le Képorkak.

» Le *Sato-Kuzira* mérite seul d'être considéré comme tel. Il est de couleur noire, a les pectorales allongées et répond assez bien, par l'ensemble de ses caractères, à l'espèce connue dans l'Atlantique qu'Othon Fabricius appelait le *Balæna boops*, espèce présentement type du genre *Mégaptère*.

» Pallas avait déjà cité le Képorkak dans la mer de Behring, et on l'a depuis lors indiqué comme existant dans la mer d'Okostk; mais est-ce précisément la même espèce qui vit dans ces régions ou seulement un congénère? C'est ce que l'examen anatomique de ce Cétacé permettra seul de décider, et comme nous n'en possédons pas encore le squelette, on ne saurait se prononcer à cet égard. Toutefois, ses caractères extérieurs ne permettent pas de placer le Sato-Kuzira ailleurs qu'avec les Mégaptères.

» Gray a accepté la fusion, proposée par Temminck et Schlegel, des trois espèces de Kuzira appelées par ces savants Baleinoptères antarctiques, et il s'est borné à remplacer ce nom par celui de *Megaptera Kuzira*, qu'on ne saurait en aucun cas adopter, puisque le mot *Kuzira* a une valeur collective, et qu'il signifie simplement un gros Cétacé, que ce soit d'un Balénide ou d'un Cétodonte qu'il s'agisse, mais sans s'appliquer à une espèce de ces animaux prise séparément.

» Le crâne que nous devons à l'obligeante intervention de notre col-

---

(1) *Loc. cit*, p. 21, *Pl. XXX*.

lègue M. Janssen nous fournit, au sujet du *Nagazu-Kuzira*, la seconde des espèces réunies à tort, par les auteurs précédents, comme étant des Mégaptères, une indication qui sera d'une grande valeur. Ce grand Cétacé n'a point les caractères du Képorkak, dont il s'éloigne même génériquement; il tient au contraire des Sibbaldius ainsi que des Physalus ou Rorquals ordinaires, mais sans leur ressembler absolument. Il est notablement allongé, ce qui n'est pas le cas du crâne du Képorkak; il est plus aplati que ce dernier, moins évasé à sa région nasale et a aussi les frontaux d'une autre forme; sa fosse temporale est également tracée d'une manière différente.

» Ce crâne rappelle notablement, par l'ensemble de ses dispositions caractéristiques, celui d'un sujet provenant de Java que possède le Musée de Leyde. M. Flower a signalé ce dernier comme appartenant à une espèce différente de celle que l'on connaissait déjà, et qu'il a désignée par le nom de *Sibbaldius? Schlegelii* (1); M. Van Beneden en a également donné la description dans l'*Ostéographie des Cétacés* (2) sous le nom de *Balænoptera Schlegelii*.

» Le crâne provenant des côtes de Java et celui qui a été envoyé du Japon appartiennent à une seule et même espèce ou à deux espèces voisines, trop peu différentes l'une de l'autre pour qu'on les sépare dans la classification; ils sont tous deux remarquables par l'allongement de leur partie faciale, ce qui leur donne une grande ressemblance avec le grand Cétacé fossile, en Crimée, décrit sous le nom de *Cetotherium Ratkei*. Cette ressemblance mérite d'autant plus d'être signalée que les dépôts faluniens de la Crimée ont été considérés comme laissés par un bras de mer qui aurait autrefois communiqué avec l'Océan indien.

» Qu'est-ce que le *Noso-Kuzira* des baleiniers japonais? Cette troisième espèce de Baleinoptères, propre à la région maritime qui nous occupe, n'est encore connue par aucune de ses partie osseuses. Il serait donc sans utilité d'en essayer ici une assimilation même générique, et nous devons nous borner à la signaler aux naturalistes qui seraient à même de s'en procurer le squelette, ou tout au moins le crâne. Temminck et Schlegel rappellent qu'elle a « le dos et les mains parsemés de taches blanches ».

» III. On n'est pas mieux renseigné à l'égard de deux autres espèces, également attribuées à l'ancien genre des Baleinoptères, que Temminck et Schlegel signalent encore d'après les renseignements qui nous sont venus des Japonais. Ce sont les *Iwasi-Kuzira* et *Kutsuwo-Kuzira*.

---

(1) *Proceed. zool. Soc. London*, 1866, p. 178.

(2) P. 220, *Pl. XIV* et *XV*.

» Le premier repose sur l'indication d'un Cétacé encore jeune qui échoua, le 6 mars 1760, sur les côtes de la province de Kii. Il avait environ 7^{m},60, et offrait une teinte noire. Son ventre était blanchâtre, et il avait les flancs ornés de taches blanches. En outre, il se distinguait des autres Baleinoptères par ses pectorales plus courtes ainsi que par le volume moindre de sa tête qui était en même temps plus pointue. L'auteur japonais en donne une figure dont nous ne possédons pas de reproduction, et il ajoute que, suivant lui, ce Cétacé était un individu qui s'était égaré en cherchant à éviter les attaques des Orques. Pour Temminck et Schlegel, l'*Iwasi-Kuzira* serait le *Balænoptera arctica;* mais qu'est-ce que le *Balænoptera arctica?* Gray s'est servi, pour indiquer cette espèce, du nom de *Physalus? Iwasi*, sans toutefois donner à son sujet de nouveaux détails, ce qui laisse subsister la question dans toute son obscurité.

» Le *Kutsuwo* aurait le faciès du Thon, et cela lui aurait fait donner le nom de ce poisson, appelé de même en japonais. Sa longueur serait de 30 mètres, ce qui est peut-être exagéré, et on le prendrait à toutes les époques de l'année. C'est là encore une indication insuffisante au point de vue qui nous occupe; et, en effet, on ne saurait rien en tirer de positif relativement aux vrais caractères de l'espèce du Kutsuwo, si tant est que cette espèce soit différente de celles dont nous avons déjà parlé dans cette Note.

» On ne peut pas davantage se fier à ce que dit Gray au sujet de son *Balænoptera Swinhoei,* dont on ne possède encore que quelques ossements incomplétement décrits qui ont été recueillis à l'île Formose par M. Swinhoë; et, d'ailleurs, cette espèce fût-elle mieux connue, il faudrait savoir si elle n'est pas identique avec quelqu'une de celles que l'on a déjà dénommées en se basant sur les dessins ou les renseignements rapportés du Japon ou que Lacépède d'abord et Chamisso ensuite ont de leur côté proposées, le premier sur la foi de documents analogues tirés des ouvrages chinois, et, le second, sur l'examen de figurines empruntées aux habitants des îles Aléoutiennes.

» On voit, par les détails qui précèdent, combien de recherches sont encore nécessaires pour assurer la diagnose exacte et la nomenclature des Balénides qui fréquentent les côtes du Japon ou les mers avoisinantes; il serait donc superflu de faire ressortir davantage l'importance du service que peuvent rendre à la Cétologie les personnes qui enrichiraient nos collections publiques de pièces provenant de ces animaux choisies avec soin et capables d'en faire mieux connaître les caractères anatomiques; mais il devient

chaque jour plus difficile de se procurer de pareils objets, la plupart des localités que les grands Cétacés fréquentaient ayant été dépeuplées par les baleiniers, et celles où l'on en trouve encore en quelque abondance, comme dans les régions septentrionales du Grand Océan, étant exposées à l'être, à leur tour, dans un avenir prochain.

» C'est ce qui nous engage à prier l'Académie, lorsqu'elle transmettra ses remercîments à M. l'Ambassadeur du Japon, de prier ce haut fonctionnaire de vouloir bien appeler l'attention de son Gouvernement sur une question qui touche de si près aux intérêts de la science et à ceux de l'industrie. »

M. **Is. Pierre** adresse à l'Académie un échantillon de fibres végétales, d'une longueur et d'une ténacité remarquables, obtenues par le rouissage d'une tige de *Lavatera*.

Cet échantillon sera soumis à l'examen de M. Decaisne.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sur le mécanisme et les causes des changements de couleur chez le Caméléon.* Mémoire de M. **P. Bert**. (Extrait par l'auteur).

(Renvoi à la Section d'Anatomie et Zoologie).

« Les observations et les expériences qui sont développées dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie peuvent être résumées dans les propositions suivantes :

» 1° Il existe, dans la peau du Caméléon, des corpuscules contractiles de différentes couleurs, qui tantôt sont cachés dans les profondeurs du derme, tantôt s'étalent à la surface dans d'innombrables ramifications, s'entre-croisant d'un corpuscule à l'autre (Milne Edwards, Brucke, G. Pouchet).

» On y voit également un pigment superficiel jaune et une *couche cœrulescente* (G. Pouchet), jaune par transparence, bleue sur un fond absorbant.

» 2° La section d'un nerf mixte a pour résultat de donner, à toute la région cutanée qu'il innerve, une teinte noirâtre foncée ; son excitation lui fait prendre une teinte verte d'abord, puis jaune.

» Il en est de même pour un morceau de peau séparé du corps, puis excité par l'électricité (Brucke).

» 3° La section et l'excitation de la moelle épinière produisent les mêmes effets pour toute la région postérieure du corps.

» Quand la section est faite à la région cervicale, la tête et la partie antérieure du corps noircissent également. Les nerfs qui se rendent aux corpuscules colorés de ces régions naissent entre la troisième et la sixième vertèbre dorsale; ils suivent le grand sympathique du cou.

» 4° Après la section de la moelle, l'excitation énergique d'un nerf mixte amène, par acte réflexe, un léger éclaircissement de la peau, surtout du côté correspondant.

» 5° L'hémisection de la moelle épinière entraîne le noircissement du côté correspondant.

» 6° Après l'ablation des deux hémisphères cérébraux, l'animal ne change plus spontanément de couleur; mais il en change comme auparavant lorsqu'on l'excite. Même résultat si l'on enlève les tubercules optiques, le cervelet, l'isthme de l'encéphale.

» Mais si l'on coupe transversalement la moelle allongée, au delà du quatrième ventricule, tout le corps devient noir et ne change plus de couleur.

» 7° Pendant le sommeil et l'anesthésie, et après la mort, le corps tout entier devient d'un blanc jaunâtre.

» 8° Après l'ablation d'un seul hémisphère cérébral (ablation qui a pour conséquence la perte de l'œil opposé), le côté correspondant change de couleur beaucoup plus rapidement que le côté opposé; en outre, il reste toujours dans un ton beaucoup plus foncé. L'ablation de l'œil sain ne rétablit pas l'équilibre.

» Après l'ablation d'un œil, le côté correspondant reste beaucoup plus clair que celui par où voit l'animal; l'ablation des deux yeux rétablit l'équilibre.

» 9° Le curare n'agit pas sur les nerfs colorateurs, dont l'excitation amène la teinte claire, alors que les nerfs moteurs ne produisent plus de contraction musculaire; l'ésérine, au contraire, atteint les nerfs colorateurs les premiers.

» 10° La lumière donne une teinte foncée aux parties de la peau qu'elle frappe (CL. PERRAULT, VROLIK,..., BRUCKE). Cette action, extrêmement nette pendant le sommeil, pendant l'anesthésie et après la mort, est très-manifeste même pendant l'état de veille. Elle a lieu à travers les verres bleu foncé, mais non à travers les verres rouges et jaunes.

» *Conclusions.* — De l'ensemble de ces faits, on peut tirer les conclusions suivantes :

» *a.* Les couleurs et les tons divers que prennent les Caméléons sont dus au changement de lieu des corpuscules colorés, qui, suivant qu'ils s'enfoncent sous le derme, qu'ils forment un fond opaque sous la couche cérulescente, ou qu'ils s'étalent en ramifications superficielles, laissent à la peau sa couleur jaune, ou lui donnent les couleurs verte et noire.

» *b.* Les mouvements de ces corpuscules sont commandés par deux ordres de nerfs, dont les uns les font cheminer de la profondeur à la surface, les autres produisent l'effet inverse. Dans l'état d'excitation maximum, ces corpuscules se cachent sous le derme; il en est de même dans l'état de repos complet (sommeil, anesthésie, mort).

» *c.* Les nerfs qui font refluer les corpuscules sous le derme ont les plus grandes analogies avec les nerfs vaso-constricteurs.

» Comme eux, en effet, ils suivent les nerfs mixtes des membres et le grand sympathique du cou; comme eux, ils ne s'entre-croisent point dans la moelle épinière; comme eux, ils ont, pour la tête, leur origine au commencement de la région dorsale; comme eux, ils possèdent un centre réflexe très-puissant dans la moelle allongée, la moelle épinière tout entière étant un autre centre beaucoup moins énergique; comme eux, ils sont respectés par le curare et empoisonnés par l'ésérine.

» *d.* Les nerfs qui amènent les corpuscules vers la surface sont comparables aux nerfs vaso-dilatateurs; mais, si l'on est forcé d'admettre leur existence, il est difficile de dire quelque chose de bien net sur leur distribution anatomique et leurs rapports avec les centres nerveux; très-probablement ils traversent des cellules nerveuses avant de se rendre aux corps colorateurs.

» *e.* Chaque hémisphère cérébral commande, par l'intermédiaire des centres réflexes, aux nerfs colorateurs des deux côtés du corps; mais il agit principalement sur les nerfs analogues aux vaso-constricteurs de son côté, et sur les nerfs analogues aux vaso-dilatateurs du côté opposé.

» Dans l'état régulier des choses, chaque hémisphère entre en jeu (en outre des excitations venant par la sensibilité générale) sous l'influence des excitations venant par l'œil du côté opposé.

» *f.* Les rayons lumineux appartenant à la région bleu-violet du spectre agissent directement sur la matière contractile des corpuscules, pour les faire mouvoir et s'approcher de la surface de la peau.

» Je me crois autorisé à exprimer l'espoir que ces recherches finiront

par jeter quelque jour sur l'histoire si peu connue des nerfs vaso-dilatateurs; elles me serviront également de point de départ pour étudier l'action que la lumière doit exercer sur la substance contractile dans d'autres circonstances, et particulièrement sur les capillaires sanguins de la peau de l'homme. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

GÉOLOGIE. — *Faits pour servir à l'étude du diluvium granitique des plateaux des environs de Paris. Lithologie des sables de Beynes et de Saint-Cloud (Seine-et-Oise).* Note de M. SALVETAT, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

(Commissaires : MM. Ch. Sainte-Claire Deville, Daubrée.)

« Des études faites autrefois, à la demande d'Alex. Brongniart, dans le laboratoire de la Manufacture de Sèvres, prennent aujourd'hui un certain caractère d'actualité, l'attention des géologues se trouvant portée sur le diluvium granitique des plateaux. Il s'agit de l'examen de plusieurs matières prises dans des carrières ouvertes sur le territoire de Beynes, aux environs de Crespières, et d'un sable rouge granitique trouvé dans le parc de Saint-Cloud.

» M. Brongniart, dont chacun connaît la scrupuleuse méthode scientifique, a dû déposer dans les collections du Muséum de Paris, au Jardin des Plantes, les échantillons qu'il m'a fait examiner; ils portaient la désignation commune B^d 41, et les numéros 3, 4 *a*, 4 *b*, 4 *c*, 5 *a*, 7, 8, 9. Le sable de Saint-Cloud portait la marque 41 S. R.

» I. *Matières extraites des carrières de Beynes.* — Soumis à l'examen chimique, ces sables ont donné, par les lavages et décantations, une substance argiloïde à laquelle M. Brongniart attribuait la composition du kaolin, ou tout au moins celle d'un silicate alumineux hydraté de même origine, sinon de même formule : c'est ce que leur étude chimique plus approfondie est venue confirmer.

	B^d 41.		
	N° 3.	N° 4 *a*.	N° 4 *b*.
Sable de lavage...........	91,55	91,00	89,00
Argile kaolinique..........	18,45	9,00	11,00

» On a fait un examen spécial de ce sable et de cette argile.

» *Argile.* — L'analyse a été faite par la méthode dite *rationnelle*, instituée par MM. Brongniart et Malaguti. Cette méthode consiste à séparer le silicate d'alumine hydraté, considéré comme pur, par une série d'attaques successives, à l'aide de l'acide sulfurique concentré d'abord, puis à l'aide de la soude caustique ; ces attaques sont répétées plusieurs fois. On élimine un résidu sableux, complexe, inattaquable. J'ai trouvé de la sorte :

		Bd No 41.	
	No 3.	No 4 *a*.	No 4 *b*.
Silice	41,00	42,00	39,27
Alumine	22,12	23,50	20,00
Eau	12,18	12,25	11,21
Résidu	21,40	18,11	24,12
Chaux	1,00	1,00	2,00
Magnésie	0,09	0,40	0,40
Oxyde de fer	0,08	0,20	1,00
Potasse et soude	0,08	1,65	1,50

» En négligeant les résidus et les autres matières considérées comme impuretés, on trouve les nombres suivants :

	Silice.	Alumine.	Eau.
Bd no 3	56,71	28,37	15,91
Bd 41, no 4 *a*	54,00	31,00	15,00
Bd 41, no 4 *b*	54,00	29,00	16,00

qui indiquent une complète identité pour ces silicates alumineux.

» Une autre étude faite sur deux autres échantillons d'argiles lavées, ayant une même origine, a conduit aux chiffres suivants :

	No 5 *a*.	No 5 A.	
	Analyse rationnelle.	Analyse rationnelle.	Analyse empirique.
Silice	39,25	43,80	61,22
Alumine	24,50	23,95	34,00
Eau	12,88	12,59	»
Résidu	5,50	16,00	»
Chaux	4,60	1,05	2,00
Magnésie	traces	»	0,34
Oxyde de fer	12,00	0,18	traces
Potasse et soude	non dosées	1,13	2,12

» Le no 5 est un sable rouge très-ferrugineux.

» *Sables.* — Le lavage a dû s'effectuer spontanément sur quelques points,

car plusieurs échantillons se présentent sous l'aspect de sables très-fins dépourvus de matières kaoliniques.

» Le triage a fourni la preuve de l'existence, dans le sable, de plusieurs espèces de grains. Peu de mica; le quartz domine, tantôt sous forme de quartz cristallin, tantôt sous forme de quartz hyalin, analogue au quartz des granites; d'autres grains offrent l'apparence des silex de la craie, avec leur enveloppe caractéristique blanchâtre opaque; d'autres enfin sont laiteux comme le quartz des filons.

» Le feldspath est tantôt limpide, tantôt opalin, comme dans certaines variétés qu'on rencontre fréquemment dans les terrains transformés en kaolin.

» Enfin j'ai constaté dans ce sable lavé la présence de coquilles bivalves, dont j'ai remis autrefois à M. A. Brongniart plusieurs fragments bien conservés.

» A ces échantillons de sable étaient jointes quelques substances particulières :

» 1° Une sorte de nodules tuberculeux faisant effervescence, sans doute agglomérés par un dépôt de carbonate de chaux provenant, soit d'infiltrations supérieures, soit d'injections venues d'en bas.

» 2° Quelques masses verdâtres formées de silice et d'alumine, silicate hydraté contenant 23 pour 100 d'eau, analogue à la collyrite.

» 3° Des parties blanchâtres répandues dans une argile rouge. M. Brongniart les avait crues formées de vewstérite; mais il a été reconnu qu'elles étaient constituées par une marne calcaire, sans acide sulfurique.

» 4° Une roche dolomitique cristalline, formée de parties carbonatées, contenant à la fois du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie, dans les proportions de 90 pour 100 de carbonate de chaux, et 7,97 pour 100 de carbonate de magnésie, le tout imprégné de 1,55 pour 100 de silice.

» Une portion de cette même matière, mais à texture grenue, renfermait 2,48 pour 100 d'acide silicique.

» II. *Matières sableuses du parc de Saint-Cloud.* — Le sable dont il est ici question renferme du quartz et du feldspath, quartz transparent et granulaire; fragments de feldspath, tantôt jaunâtre, tantôt rougeâtre; enfin des fragments noirs sous forme cristalline, les uns à cassure brillante et compacte, les autres à cassure terne et présentant des arêtes vives.

» Le lavage et la décantation ont facilement séparé la partie argileuse kaolinique, qui se décolore promptement en présence de l'acide chlorhydrique.

» Les sables de Beynes et ceux de Saint-Cloud se rapprochent, par leur composition lithologique, des sables attribués au diluvium des plateaux; mais leur position géologique pourra seule permettre d'établir s'ils appartiennent à la faille de Mantes ou de Vernon, et s'ils sont le résultat d'alluvions verticales ou s'ils doivent être attribués à des dépôts réellement diluviens.

» L'altération kaolinique d'une portion du felspath est un phénomène secondaire qui a pu se produire en dehors de la cause qui accumulait sur ces points les amas sableux, postérieurement à leur dépôt. Cette production du kaolin aurait alors une origine identique à celle qui caractérise la transformation des arkoses. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'électrolyse des corps de la série aromatique.* Note de M. **Goppelsrœder.**

(Commissaires : MM. Wurtz, Cahours.)

« Je m'occupe, depuis la fin de l'année dernière, d'un travail sur l'électrolyse des corps aromatiques. La Note présentée à l'Académie par M. Coquillion, le 30 août dernier, concernant la formation directe d'un noir d'aniline par l'électrolyse de deux sels d'aniline, me détermine à signaler les résultats que j'avais obtenus moi-même. J'avais observé la formation d'un noir d'aniline, obtenu directement par l'oxydation de l'aniline, par l'oxygène électrolytique; il est doué d'un éclat métallique, comme les couleurs d'aniline en général, et donne, sur papier, une coloration noire complète. J'ai dirigé mon attention sur les corps des groupes les plus différents de la série aromatique; j'ai entretenu le Comité de la Société industrielle de Mulhouse des difficultés qui se présentent dans l'électrolyse des corps organiques et des précautions à prendre. J'ai signalé l'influence de la température, de la concentration du liquide, de la pression sous laquelle l'électrolyse a lieu; j'ai insisté sur l'importance de faire des essais approfondis, sur l'emploi simultané de l'électrolyse et de la dialyse, sur la décomposition galvanique à haute pression dans des appareils clos. J'ai montré que l'on n'arrive pas toujours, par l'électrolyse, aux mêmes résultats que par la décomposition au moyen d'agents chimiques; que, au lieu d'employer isolément les électrolytes, on peut aussi employer un mélange avec d'autres corps, de sorte que, par suite de la décomposition électrolytique, les radicaux de ces corps agissent les uns sur les autres. J'attribue une grande importance à de pareils essais, non-seulement pour la Chimie théo-

rique, mais aussi pour l'analyse et l'industrie, pour la fabrication de produits chimiques, et principalement de matières colorantes ; je suis convaincu qu'on réussira un jour à profiter de l'électrolyse pour la teinture et l'impression. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fixation de l'azote atmosphérique dans les sols.* Note de M. **P. Truchot.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Peligot, Daubrée, P. Thenard, H. Mangon.)

« M. Dehérain, à la suite d'expériences délicates, a été conduit à penser que l'azote se fixe dans la terre arable à la faveur des matières ulmiques carbonées, qui sont le siége d'une combustion particulière avec dégagement d'acide carbonique. Dans le but de trouver, dans l'étude du sol lui-même, un argument pour ou contre cette manière de voir, j'ai cherché à constater si, dans la terre, la quantité d'azote organique est en rapport avec le carbone des composés ulmiques. J'ai dosé successivement l'azote par la chaux sodée, le carbone par le bichromate de potasse et l'acide sulfurique, après disparition de l'acide carbonique des carbonates. L'azote ammoniacal, déterminé à part, a été retranché de l'azote trouvé; cette correction est d'ailleurs très-faible dans tous les cas.

» Voici les résultats obtenus, rapportés à 100 grammes de terre :

A. — *Terres de prairies non fumées ou seulement pacagées par les vaches.*

				Carbone.	Azote.	Observations.
				gr	gr	
1	Terre de Royat.	Granitique.	Pré verger.	6,120	0,445	
2	Terre de Clermont.	Alluvion.	Pré verger.	4,920	0,452	Pacagée.
3	Terre de Theix.	Granitique.		14,880	0,686	Non pacagée.
4	Terre de Romagnat.	Calcaire marneux.	Pré verger.	3,500	0,420	Pacagée.
5	Terre de Besse.	Volcanique.		11,880	0,940	Pacagée.
6	»	»		12,900	0,760	Non pacagée.
7	»	»		10,200	0,743	Peu fertile.
8	»	»		11,040	0,708	Pacagée.
9	Terre du Puy-de-Dôme.	»		10,050	0,732	Fertile.
10	»	»		2,340	0,244	Stérile.

B. — *Terres cultivées ayant reçu les fumures ordinaires.*

			Carbone.	Azote.	Observations.
11	Terre d'Aigueperse.	Granitique.	5,400	0,120	
12	Terre de Saint-Bonnet.	Alluvion.	1,800	0,194	
13	Terre du Bourgnon.	Granitique.	2,460	0,184	Fortem. fum.
14	Terre du Chéry.	»	0,980	0,032	
15	Terre d'Allagnat.	Volcanique.	1,764	0,082	
16	»	Granitique.	0,651	0,046	

» Un grand nombre d'autres terres cultivées m'ont fourni des résultats analogues et m'ont démontré que l'azote est d'autant plus abondant, dans le sol, que le carbone s'y trouve lui-même en plus grande quantité.

» Les terres de Besse méritent une mention spéciale. Elles proviennent d'une montagne volcanique, à une hauteur qui dépasse 1000 mètres audessus du niveau de la mer, et produisent en abondance une herbe qui nourrit, pendant six mois de l'année, des troupeaux de vaches de salers. Chaque année, par conséquent, le sol fournit une quantité d'azote qui ne lui est rendue que par l'atmosphère ou peu s'en faut ; car les substances azotées, restituées par les déjections des animaux, sont peu de chose en comparaison de la quantité que contient ce sol. Il est, dès lors, extrêmement remarquable de voir que ces sols, aussi riches en matières carbonées que les meilleures terres maraîchères, conservent également une teneur en azote très-élevée.

» Ces dosages m'ont surpris, et il va sans dire que je les ai soumis à une vérification sérieuse; mais alors je crois être autorisé à trouver, dans ce rapport, l'indication de la cause de la fixation de l'azote atmosphérique : ce sont les matières ulmiques qui fixent l'azote, puisque la dose de celui-ci est proportionnelle à la quantité de carbone de ces matières.

» Toutefois une objection s'est présentée, au sujet de la grande quantité d'azote contenu dans les terres de montagne de Besse.

» J'ai constaté (1) que la proportion d'ammoniaque augmente dans l'air atmosphérique lorsqu'on s'élève à une hauteur de plus en plus grande. Ce résultat, qui, au premier abord, paraît en contradiction avec ce fait que l'ammoniaque se produit surtout à la surface de la terre, s'explique néanmoins par les propriétés de cet alcali. M. Boussingault (2) a constaté, en effet, que de l'eau contenant une petite quantité d'ammoniaque et abandonnée à l'évaporation spontanée perdait les deux tiers de l'alcali, alors que la moitié seulement de l'eau avait disparu. Ainsi l'ammoniaque produite à la surface du sol se dissémine dans l'atmosphère, malgré sa grande solubilité, emportée en majeure partie avec la vapeur qui va constituer les nuages. J'ai dû alors me demander si la grande quantité d'azote trouvée, dans les terres de Besse, ne proviendrait pas surtout de l'ammoniaque que l'atmosphère de la montagne renferme en plus grande proportion, au lieu de résulter de la fixation de l'azote atmosphérique sur les matières carbonées.

---

(1) *Comptes rendus*, 17 novembre 1873.

(2) *Agronomie, Chimie agricole*, t. II, p. 240.

» Mais cette objection tombe devant ce fait, que ce ne sont pas seulement les terres des prairies élevées qui renferment une forte proportion d'azote. La terre de Theix, par exemple, qui correspond à une élévation de 500 mètres environ et qui constitue une espèce de terre de bruyère, contient presque autant d'azote que les terres de Besse. La proportion de 14,880 de carbone qu'elle contient n'est aussi élevée qu'à cause des débris de racines très-friables qu'elle renferme et dont il est impossible de la débarrasser complétement.

» Tout récemment M. Is. Pierre (1) évaluait la grande quantité d'azote enlevé au sol par les pommiers, et il concluait à l'épuisement de ce sol au bout d'un certain temps. Il est certain que beaucoup de prés vergers, en Auvergne, ne reçoivent qu'une très-faible partie de l'azote enlevé, sans cependant cesser d'être productifs ; c'est que, comme le fait observer très-judicieusement M. P. Thenard, en citant l'exemple des vignes de la Bourgogne, un sol, loin de s'épuiser en azote, semble s'en enrichir presque indéfiniment, en puisant cet azote dans l'atmosphère.

» Je crois donc, en résumé, pouvoir conclure que la proportion d'azote contenue dans les sols est *en rapport direct avec la quantité de carbone des composés ulmiques* de ces mêmes sols, et qu'il y a lieu de penser, avec M. Dehérain, que *l'azote atmosphérique se fixe sur ces composés carbonés* avant de concourir à la nutrition des plantes. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Eau de la Vanne et eaux distillées. Essai du sel de saumure.* Note de M. É. MONIER.

(Commissaires : MM. Balard, Peligot.)

« L'eau de la Vanne, qui est remarquable par sa pureté et sa limpidité, ne renferme qu'une très-faible proportion de matières organiques. Comme l'eau de la Dhuys, elle ne décompose à chaud que 0,5 à 0,6 de milligramme de permanganate par litre; cet essai pourra se faire en prenant les précautions déjà indiquées dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (7 octobre 1872). A la température ordinaire, l'eau de la Vanne, très-faiblement colorée par un demi-millionième du réactif précédent, conserve sa couleur rosée pendant quelques mois. Certaines eaux distillées du commerce réduisent beaucoup plus facilement le permanganate; si un appareil distillatoire en métal ne sert que rarement, il peut s'introduire

(1) *Comptes rendus*, séance du 8 novembre 1875.

dans le serpentin des poussières organiques, qui seront ensuite entraînées par la vapeur. J'ai essayé de ces eaux, qui décomposaient huit à dix fois plus de permanganate que l'eau de la Vanne; elles produisaient, lorsqu'on les conservait pendant quelque temps, des moisissures ou flocons blancs.

» En distillant l'eau de la Vanne ou de la Dhuys, à l'aide d'appareils de verre, on obtiendra un liquide ne réduisant pas la moindre trace de ce réactif. En général, lorsqu'on voudra avoir une eau très-pure, il faudra faire usage de la cornue de verre, et, si l'eau renferme quelques traces d'hydrogène sulfuré, il faudra y ajouter 5 à 6 milligrammes de permanganate par litre, puis opérer la distillation (1).

» Pour constater la sensibilité du réactif précédent, il suffira de dissoudre 1 milligramme de tannin dans 1 litre d'eau de la Vanne, soit 1 millionième; de chauffer cette eau à 90 degrés environ, et d'y verser quelques gouttes de permanganate titré. Cette liqueur sera aussi facilement réduite que par un sel de fer au minimum.

» *Matières organiques du sel marin.* — On reconnaîtra facilement la pureté du chlorure de sodium, sous le rapport des matières organiques, par le permanganate; il sera surtout précieux pour la recherche du sel de saumure, renfermant beaucoup de substances putrides. Pour faire cet essai, on prend 10 grammes de sel, qu'on dissout dans 200 centimètres cubes d'eau; on acidule avec 2 ou 3 gouttes d'acide sulfurique, on porte la solution à 90 degrés environ, et l'on y verse la liqueur titrée (2). Si le poids réduit de permanganate ne dépasse pas 1 milligramme, on en conclura que le sel est pur; dans le cas contraire, le produit renfermerait des matières organiques ou des traces d'iodure (3). »

---

(1) L'eau de la Seine, recueillie à Bercy, décompose $4^{mg},5$ par litre.

L'eau du canal Saint-Martin, 8 à 9 milligrammes.

Le puits artésien de Passy, $1^{mg},2$.

L'eau du collecteur d'Asnières, 90 milligrammes environ.

(2) Cette liqueur titrée, qui pourra servir également pour l'essai des eaux, se prépare en dissolvant 1 gramme de permanganate cristallisé bien pur dans 1 litre d'eau.

(3) Dans les essais de sels, il ne sera pas nécessaire de filtrer la solution; le réactif agira ainsi sur les matières organiques solubles ou insolubles.

PHYSIQUE. — *Sur la construction des paratonnerres.* Note de M. E. SAINT-EDME, présentée par M. le général Morin. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

« Que la pointe d'un paratonnerre soit en platine, ou qu'elle soit en cuivre; qu'elle soit effilée, ainsi que le prescrivait Franklin, ou qu'elle présente un angle de 30 degrés, conformément à la nouvelle instruction; quel que soit également le soin que l'on apporte dans l'assemblage des métaux, il est certain qu'il y a là un mode de construction défectueux, au point de vue de la conductibilité; il est à craindre enfin que la conductibilité ne diminue avec le temps. Ce qui semble d'ailleurs le démontrer, c'est que c'est au joint qu'un paratonnerre est le plus souvent frappé; c'est là que se produit la brûlure.

» Dans le principe, Franklin voulait que les tiges fussent d'un seul métal; c'est par suite de la rapide oxydation du fer que les Commissions successives ont dû penser à modifier la nature de l'extrémité de la tige.

» Nous pensons qu'il est possible de revenir à l'idée première, maintenant que l'on sait recouvrir le fer d'un métal, le nickel, qui formera à sa surface un véritable vernis, protecteur contre l'oxydation, et possédant la conductibilité nécessaire.

» Nous avons expérimenté la conductibilité du nickel, déposé sur une tige de fer : la surface nickelisée s'est montrée un peu plus conductrice que la masse de fer; elle résiste mieux aux étincelles électriques fournies par une forte batterie. Cette même barre, abandonnée dans l'eau pendant dix jours, n'a pas donné trace d'altération; la conductibilité électrique est restée la même.

» Nous pensons donc qu'il conviendrait de renoncer, pour la construction des paratonnerres, aux pièces rapportées, cuivre ou platine. La tige, faite d'une seule pièce, serait en fer nickelisé, ainsi que le conducteur.

» Le paratonnerre serait ainsi sauvegardé des brûlures et aurait toujours, en raison de la conservation de sa pointe, le même effet préventif. En outre, la conductibilité resterait constante, sans que le défaut de surveillance eût les inconvénients qu'il a actuellement. Ce dernier point de vue a une grande importance, ainsi que l'a démontré M. le général Morin; il serait désirable, suivant lui, que l'on pût vérifier, d'une façon automatique, l'état de conductibilité d'un paratonnerre; chacun sait, en effet, que, si la conductibilité est mauvaise, le paratonnerre devient une cause de danger. »

VITICULTURE. — *Note sur la formation, la structure et la décomposition des renflements déterminés sur la vigne par le Phylloxera* (1); par M. **Max. Cornu**, délégué de l'Académie.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Les radicelles extrêmes, à l'endroit où elles sont voisines du point végétatif, offrent une structure particulière. Cette structure, qui se modifiera plus tard, lors de l'apparition d'un cambium continu, de façon à permettre la formation d'éléments nouveaux, ligneux ou corticaux, est identique dans les monocotylédones et dans les parties radicellaires extrêmes de tous les dicotylédones. La transformation de l'organe, pour passer de l'un des états à l'autre, se fait par l'exfoliation d'une partie considérable du tissu de l'organe primitif; c'est donc à un haut degré un point critique dans l'évolution de cet organe (2). Désignons par *radicelles* l'état primitif et par *racine* l'état secondaire des organes d'absorption, en attachant à ces deux mots un sens anatomique propre.

» La radicelle se compose : 1° d'une partie corticale, formée, à l'extérieur, de cellules s'allongeant parfois en poils radicellaires; à l'intérieur, d'une couche circulaire composée d'un rang de cellules présentant sur leurs parois communes un cadre de plissement particulier qui sur la coupe apparaît comme un point noir : c'est la couche protectrice. Entre ces deux cercles cellulaires se montre un parenchyme formé de cellules ovales sur la coupe, laissant entre elles de grands méats.

» 2° A l'intérieur de la couche protectrice se trouve le cylindre central, nettement délimité par elle. On y remarque une série de faisceaux vasculaires, dont les éléments (en forme de V) les plus gros sont les plus rapprochés du centre; entre eux et alternativement sont des faisceaux libériens. Le centre est occupé par un tissu à cellules hexagonales, aux dépens duquel s'acroissent les faisceaux vasculaires. A la périphérie se trouve une rangée de cellules alternes avec la couche protectrice et dont le rôle est de donner naissance, en face des rayons vasculaires, à des radicelles nouvelles : c'est la couche rhizogène.

» Telle est la structure d'une radicelle quelconque, et en particulier d'une radicelle de vigne : quand elle est très-grêle, il n'y a que deux fais-

(1) Voir la première Note (*Comptes rendus*, séance du 26 octobre 1875).

(2) Voir à ce propos : Ph. van Tieghem, *Mémoire sur la racine* (*Ann. des Sc. nat.*, 5e série, t. XIII, 1871).

ceaux vasculaires et deux libériens; quand elle est très-grosse, le nombre des faisceaux vasculaires s'élève jusqu'à cinq, six, sept et huit; la couche rhizogène, au lieu de ne présenter qu'un seul rang de cellules, en présente alors deux ou trois.

» Lorsqu'un Phylloxera se fixe sur une radicelle nouvelle, c'est toujours un jeune, et il choisit sans exception le point situé exactement au niveau du point végétatif : il enfonce son suçoir dans la partie extérieure de la radicelle. Déjà, après un jour, la radicelle s'est notablement modifiée sous son influence : il s'est produit en dessous de lui une légère dépression du côté opposé, un gonflement qui va jusqu'à doubler le diamètre de l'organe.

» Si l'on fait une coupe transversale, on remarque que la structure fondamentale de la radicelle n'est pas altérée; ce qui a changé, c'est la dimension relative des éléments. Plus petits vis-à-vis de l'insecte, où ils sont frappés d'un arrêt de développement, ils sont au contraire plus larges du côté opposé. Cette modification n'intéresse pas encore le cylindre central, où les éléments sont à peine modifiés : la couche protectrice a conservé sa disposition particulière.

» Après deux ou trois jours, l'action, primitivement concentrée sur la partie corticale, se fait sentir sur le cylindre central, où elle détermine des allongements cellulaires particuliers. L'action déterminée par l'insecte est un arrêt dans l'accroissement des cellules situées dans le voisinage de son suçoir; elles restent petites, hexagonales, sans méats entre elles, souvent assez régulièrement alignées en files rayonnantes; la structure primitive de l'organe très-jeune y demeure plus longtemps visible. Elles sont déjà, le premier jour, devenues le siége d'un abondant dépôt d'amidon. Les autres, au contraire, se sont dilatées fortement. Si l'organe s'était normalement développé, la section serait circulaire et tous les éléments homologues seraient égaux. Imaginons que sur le cercle de section un secteur ait été frappé d'un arrêt de développement : les points voisins, anatomiquement liés avec lui, subiront des tensions qui se répartiront de proche en proche, comme sur un disque de caoutchouc froncé ou réduit, suivant un semblable secteur; la section, au lieu de rester circulaire, est réniforme. Sur la coupe longitudinale, il est facile de voir, par un raisonnement semblable, que l'arrêt de développement forcera l'organe à se courber : telle est l'origine de la forme en crochet des renflements. A cette courbure correspond une tension considérable des éléments qui sont le plus éloignés de l'insecte : telles sont les causes, purement physiques d'ail-

leurs, qui déterminent la dilatation des éléments radicellaires. Les uns ne s'accroissent pas autant qu'ils le devraient, les autres doivent s'accroître davantage pour compenser l'effet précédent.

» Les cellules douées d'une activité végétative plus faible que les autres, entourées d'éléments au contraire très-actifs et recevant par endosmose des liquides nutritifs qu'elles ne peuvent utiliser, les déposent sous forme d'amidon. C'est ainsi, par exemple, que la coiffe de la racine, qui termine promptement son évolution, tout en restant en relation avec le point végétatif, où afflue un plasma riche, présente toujours de l'amidon dans ses tissus. Telle est l'explication du dépôt d'amidon vis-à-vis de l'insecte dans le renflement. On peut observer un dépôt analogue dans les galles, et particulièrement dans les galles de vrilles et de tiges.

» Les divers phénomènes énumérés plus haut, s'ils sont réellement produits par des tensions, devront disparaître dès que ces tensions ne se feront plus sentir. La cause en est, en effet, toute locale; aussi ne peut-elle atteindre les éléments nouveaux formés de plus en plus loin par le point végétatif de la radicelle en voie d'élongation. C'est pour cette raison que la racine renflée s'allonge cependant en une extrémité saine et à structure normale. Dans le cas où, comme pour un grand nombre de radicelles grêles, l'élongation s'arrête de bonne heure, le point végétatif termine son allongement, et le renflement est exactement terminal.

» Quand, au lieu d'un seul Phylloxera, deux insectes se placent côte à côte sur une radicelle, l'effet produit est analogue, quoique plus énergique. Si les deux insectes se placent en regard à la même hauteur, on peut prévoir ce qui aura lieu. Sur une coupe transversale, le cercle de section présentera deux secteurs de tissu arrêtés dans son développement; on aura donc une section à contour déprimé, en deux points opposés, qui déterminera sur le renflement une ligne étranglée; sur la coupe longitudinale il y aura de même deux portions, dont l'effet se contre-balancera et à chacune desquelles correspondra une dépression. Le renflement restera droit, dilaté au-dessus et au-dessous de l'étranglement. On se rendrait compte de même des autres cas particuliers (1).

En même temps que le renflement s'accroît, des phénomènes secondaires viennent compliquer et masquer les effets primitivement produits. L'épiderme de la racine s'est rempli d'un liquide réfringent, d'abord incolore,

---

(1) Voir, pour plus de détails sur les formes et le développement des renflements, les diverses Notes publiées dans les *Comptes rendus* à la fin de l'année 1873.

puis jaune vif; il se fendille par plaques, meurt, brunit et s'exfolie. Les cellules situées au-dessous se cloisonnent transversalement, puis radialement; à la dilatation des cellules succède ainsi leur multiplication. La couche protectrice dédouble la plupart de ses éléments; elle perd ses caractères primitifs, tout en délimitant encore assez nettement le contour interne de l'écorce. Les éléments vasculaires s'élargissent d'une façon considérable, jusqu'à acquérir un diamètre quatre fois supérieur; en particulier, les trachées deviennent méconnaissables.

Les éléments libériens sont à peine modifiés; dans la couche rhizogène, la partie située vis-à-vis des faisceaux vasculaires présente quelques cloisonnements : elle n'a pas pour cela perdu la faculté d'émettre des radicelles nouvelles, qui se produisent du côté opposé à l'insecte, c'est-à-dire au point le plus éloigné de celui où les cellules ont été frappées d'un arrêt de développement.

Les autres cellules de la zone rhizogène se sont diversement allongées sous l'influence des tensions et se sont plus rarement cloisonnées; mais l'altération qu'elles ont subie se fera sentir quand la radicelle se changera en racine.

» Ainsi donc l'action du Phylloxera sur les radicelles se réduit à l'arrêt du développement de cellules en voie d'élongation; de là il résulte des tensions et par suite des dilatations cellulaires. La structure fondamentale de la radicelle est à peine altérée; on y retrouve, malgré les cloisonnements ultérieurs des cellules, le type primitif. La radicelle n'a perdu ni la propriété de s'allonger, ni celle d'émettre des radicelles nouvelles; ces divers éléments sont sains, bien constitués, et peuvent servir à la nutrition de la plante. Les modifications d'où provient le renflement résultent de ce fait, que l'insecte se fixe vis-à-vis du point végétatif de la radicelle; l'effet désastreux qu'il produit sur la vigne tient à la destruction ultérieure des renflements. L'étude anatomique va nous en montrer le mécanisme.

» Dans la radicelle saine, la transformation en racine se fait de la manière suivante : un tissu générateur se forme sur le bord des faisceaux libériens; il s'établit un cercle continu de cambium qui contourne et comprend les faisceaux vasculaires. Il produit vis-à-vis des faisceaux libériens, en dedans des faisceaux ligneux, en dehors des éléments corticaux. La couche rhizogène, à cette époque, s'organise de manière à produire intérieurement du parenchyme cortical, et extérieurement un tissu générateur de liége. Cette couche subéreuse deviendra la partie extérieure de la radi-

celle changée en racine; elle frappe de mort tout le tissu cortical primitif à partir de la couche protectrice, c'est-à-dire dans beaucoup de cas, la moitié du tissu total de la radicelle.

» L'époque à laquelle ce phénomène survient se reconnaît anatomiquement d'une façon très-nette sur les radicelles, dont le nombre des faisceaux vasculaires est faible et égal à deux ou trois; ces faisceaux se sont rejoints au centre sans laisser de tissu cellulaire entre eux. C'est justement quands ils présentent ce caractère que les renflements sont frappés de mort. Dans quelques cas on voit des ébauches de cambium et de suber; mais la radicelle renflée meurt avant d'avoir pu achever ces formations. En effet, l'exfoliation de la partie corticale, qui constitue la moitié de la masse totale du tissu, est un phénomène éminemment périlleux pour la radicelle (1); elle exige que les différentes parties qui devront, les unes être frappées de mort, et les autres, au contraire, se développer activement, aient conservé intacts leurs caractères anatomiques qui détermineront leur sort. Or, dans les renflements, par suite des modifications signalées plus haut, la couche protectrice et la couche rhizogène se sont altérées, et, tout en conservant une partie de leurs caractères, ont perdu la faculté de s'isoler l'une de l'autre quand la mortification du tissu se produit.

» L'exfoliation de la partie corticale, normale et régulière quand elle se produit sur une partie saine, change brusquement quand elle atteint un renflement. La mort du tissu gagne le cylindre central. Dans certains cas, le renflement se trouve en avance sur le reste de la radicelle, et les phénomènes d'exfoliation commencent à s'y produire; mais, dans ces conditions, elle frappe de mort cet organe pour deux raisons : la première est l'altération des couches rhizogène et protectrice; l'autre tient à ce que le tissu exfolié se trouve entre deux parties plus jeunes que lui, situation différente des conditions normales.

» La façon dont périt le renflement est distincte dans ces deux cas. Dans l'un ou l'autre, il est surpris et meurt avec toutes les radicelles, saines ou non, qu'il portait. Son tissu renferme encore, à cet instant, des quantités d'amidon, variables d'ailleurs suivant les cas. Ce phénomène est lié avec la période sèche de la saison chaude et varie beaucoup suivant les localités

(1) C'est à cet instant que périssent d'innombrables fibrilles du chevelu, qui, après une élongation limitée, sont destinées à disparaître; elles ont, comme les feuilles, une apparition annuelle et transitoire. Les grosses radicelles, au contraire, s'allongent indéfiniment, se lignifient et se subérisent.

et les conditions diverses (1). Il en a été question dans la Note précédente. On voit que le nom de *pourriture* appliqué à la transformation des renflements pourrait être remplacé par un autre plus exact. Les renflements ne pourrissent pas, ils se *flétrissent* et deviennent noirs. Ce flétrissement les laisse à demi desséchés et brunis dans le sol.

» La mort du renflement entraîne le brunissement de la radicelle ou de la racine, et cet effet se propage de proche en proche jusqu'aux racines de plus en plus grosses. Quand une plaie accidentelle détruit une portion de la racine, il se forme d'ordinaire un tissu particulier et protecteur qui empêche la lésion de s'étendre. Ici rien de pareil, et l'altération gagne régulièrement du terrain.

» On doit donc considérer les renflements comme produits par une cause mécanique, l'arrêt de développement du tissu vis-à-vis de l'insecte, qui rend compte des différentes particularités signalées dans l'étude des renflements :

» 1° Situation de la partie renflée du côté opposé à l'insecte et non sous lui; 2° formation du renflement se rattachant ainsi à celle des galles : c'est un cas particulier d'un phénomène plus général (galles diverses); 3° dépôt d'amidon vis-à-vis de l'insecte (renflements, galles); 4° allongement du renflement en une extrémité saine; 5° développement de radicelles saines; 6° destruction du renflement et des radicelles saines qu'il porte.

» Circonstances inexplicables dans l'hypothèse d'un venin.

» Rien ne peut donc s'opposer à la destruction du renflement; elle est la conséquence d'un phénomène végétatif interne : conclusion à laquelle l'étude des phénomènes généraux pouvait déjà conduire. Il faut donc, si l'on veut empêcher la plante de périr, s'attaquer à l'insecte, seule cause de ces altérations fatales à la vigne (2). »

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 26 octobre 1875.

(2) Il ne faut pas confondre avec les renflements de la vigne ceux qui se développent sur les radicelles des légumineuses. Ces dernières plantes adventices ou cultivées dans les vignes pourraient faire commettre des erreurs, produire des paniques, etc. Les nodosités des légumineuses sont déterminées par un anguillule (*Anguillula vastatrix*, Kühn); elles sont très-différentes des précédentes; arrondies ou allongées, parfois palmées, de couleur très-variable, jaune ou violacée, elles sont sessiles et latérales. On les rencontre sur les légumineuses indigènes ou exotiques, herbes ou arbres (fève, haricot, trèfle, sainfoin, acacia). Leur structure anatomique est très-singulière; sur la coupe transversale, on voit des faisceaux libéro-vasculaires isolés, disposés en cercle à la périphérie, entourés individuellement par un cercle de cellules analogue à la couche protectrice; les vaisseaux sont tournés vers l'exté-

MM. **Villedieu**, **Rolet** adressent diverses Communications relatives au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Haton de la Goupillière** adresse, par l'entremise de M. Phillips, un « Mémoire sur le problème inverse des brachistochrones ».

(Commissaires : MM. Phillips, Resal, Bouquet.)

M. **A. Gérard** soumet au jugement de l'Académie un appareil destiné à mesurer la vitesse des projectiles.

(Commissaires : MM. Morin, Bréguet, du Moncel.)

M. **Rejon** adresse une nouvelle Note concernant l'emploi, proposé par lui, de l'ammoniaque liquide pour combattre les incendies.

(Commissaires : MM. Chevreul, Pâris.)

M. **F. Garrigou** adresse une Note intitulée « Étude chimique des pâturages de la fruitière de Luchon ».

(Commissaires : MM. P. Thenard, H. Mangon.)

CORRESPONDANCE.

VITICULTURE. — *Lettre de M. le* **Ministre de l'Agriculture et du Commerce** *à M. le* Secrétaire perpétuel, *au sujet de la prohibition, en Algérie, des raisins frais et des plants d'arbres fruitiers.*

« Monsieur le Secrétaire perpétuel,

» M. le Gouverneur général de l'Algérie, justement préoccupé du danger de l'invasion du Phylloxera dans la colonie, où la culture de la vigne prend chaque jour une extension plus considérable, a sollicité et obtenu du Gouvernement divers décrets ayant pour objet de mettre l'Algérie à l'abri du fléau.

» Le premier de ces décrets prohibait l'importation des plants de vigne. Un deuxième décret, en date du 30 novembre 1874, étendait la

---

rieur de l'organe. La structure anatomique de cette production, ainsi que sa forme extérieure, ne permet aucune confusion avec les renflements phylloxériques.

prohibition aux fruits frais, végétaux et colis dans lesquels les sarments ou feuilles de vigne étaient employées, comme enveloppes, couvertures ou emballages. Enfin le décret du 14 août dernier défendit l'entrée de la colonie aux raisins frais et aux plants d'arbres fruitiers ou autres, quelle que fût leur provenance.

» Cette dernière mesure, qui frappait une branche de commerce importante, souleva de nombreuses réclamations, et motiva le dépôt, sur le bureau de l'Assemblée, de pétitions signées par un grand nombre de pépiniéristes.

» M. le Gouverneur général, antérieurement saisi d'une protestation émanée de la Société d'Horticulture de France, avait répondu que, bien qu'il soit généralement admis que les plants d'arbres autres que les cépages de vigne ne peuvent servir de véhicule au Phylloxera, rien ne prouvait qu'un arbre enlevé dans un pays infesté ne pût en recéler, soit sur ses racines, soit dans la terre y adhérant, surtout pendant l'époque hivernale, lorsque l'insecte reste inerte dans le sol. D'ailleurs, M. le général Chanzy ajoutait qu'en présence des mesures prohibitives de même nature prises par le Gouvernement italien, il croyait de son devoir de ne rien négliger pour mettre la colonie à l'abri de la contagion.

» Par suite des différents intérêts engagés dans cette affaire et qui tous, à des points de vue divers, méritent l'attention du Gouvernement, je vous serai obligé, Monsieur le Secrétaire perpétuel, de vouloir bien saisir l'Académie des Sciences de cette importante question, en la priant de l'examiner le plus promptement possible et de me donner son avis sur l'application du décret du 14 août dernier, et si, dans sa pensée, il y aurait lieu d'y apporter quelques modifications. »

Cette Lettre est renvoyée à l'examen de la Commission du Phylloxera.

M. le **Directeur de l'École des Ponts et Chaussées** adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, une livraison supplémentaire de la collection de dessins formant le portefeuille des élèves.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure portant pour titre : « Le Phylloxera dans le canton de Genève, de mai à août 1875 » ;

2° Un Mémoire de M. *P. Volpicelli*, imprimé en italien et portant pour

titre : « Analyse physico-mathématique des effets électrostatiques relatifs à un cohibent armé et fermé » ;

3° Une série de numéros du « Journal d'Hygiène », contenant des articles de M. *Pr. de Pietra-Santa*, concernant l'utilisation des vidanges de la ville de Paris.

ASTRONOMIE. — *Suite des observations de la planète Jupiter.* Note de M. **Flammarion**, présentée par M. Faye.

« Les observations que j'ai eu l'honneur de présenter dernièrement sur les aspects de Jupiter peuvent être complétées par les suivantes, qui continuent la série relative aux variations éprouvées par cette importante planète. On a ainsi sous les yeux un choix des types les plus remarquables de l'opposition de 1874.

» N° 6 (19 avril, $8^h 0^m$). — Ciel admirable. Jupiter singulièrement curieux à étudier ce soir. L'œil émerveillé y distingue entre autres les détails suivants :

» 1° Sur l'équateur même on remarque une tache *blanche* en forme de traînée, suivie par une longue ligne *foncée*, droite et mince. 2° Une autre traînée blanche paraît au-dessus, plus rapprochée du bord occidental; elle est suivie aussi d'une ligne foncée, analogue à la première et s'allongeant également jusqu'à l'autre bord. 3° Entre ces deux lignes foncées, la bande est parsemée de petites lignes sombres et comme déchiquetée. 4° Au-dessous de la ligne noire, n° 1, une zone foncée arrive obliquement et la croise au point indiqué. 5° La région qui s'étend au-dessous de cette zone est *très-blanche*. 6° Sur les premières latitudes circompolaires australes, on remarque des points plus foncés et trois petites taches blanches. 7° Au-dessus de la traînée, n° 2, s'étend une région blanche. 8° La calotte polaire supérieure paraît d'un gris homogène.

» Le détail qui frappe le plus dans cette étrange métamorphose de la planète, c'est la ligne foncée, presque noire, signalée au n° 1, toute droite, à laquelle vient se greffer la ligne courbe dessinée au-dessous.

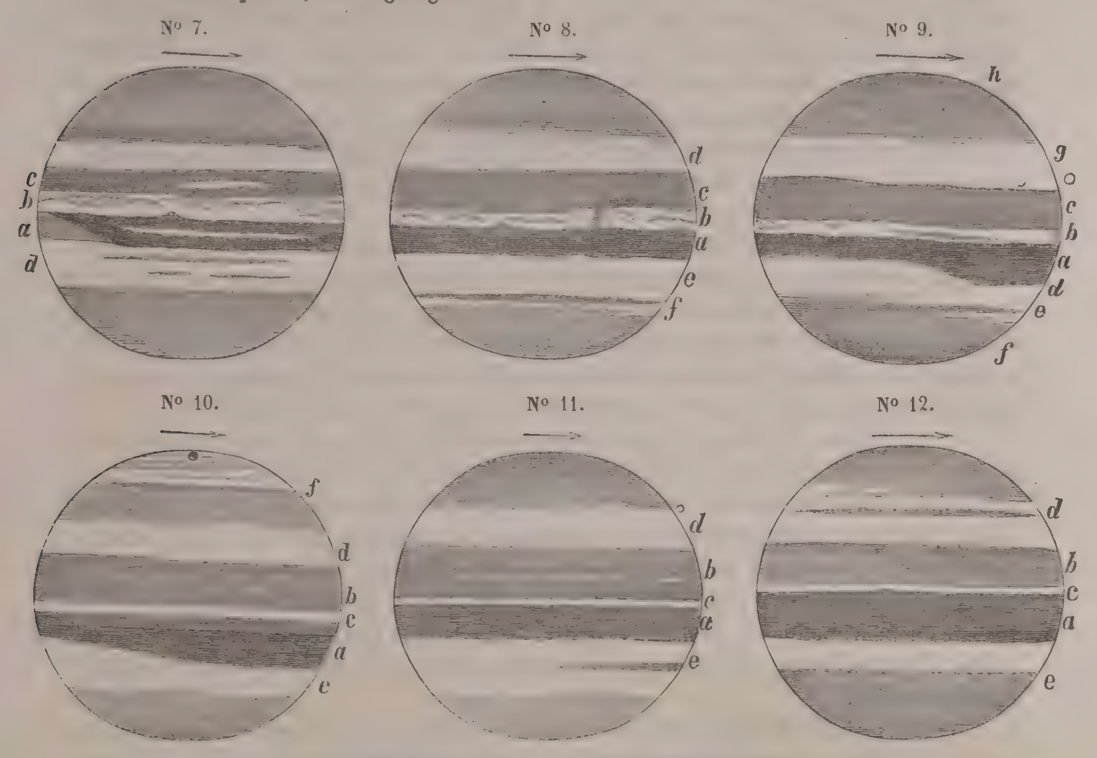
» On remarque aussi que les taches blanches ont incontestablement des ombres derrière elles.

» Ayant suivi la rotation de la planète jusqu'à 9 heures, la tache n° 2 disparut en passant de l'autre côté, et la tache n° 1 arriva près du bord; sa traînée noire ne parut plus aussi droite, mais contournée au point de jonction de la courbe qui la rencontre comme sous l'influence de celle-ci.

» N° 7 (21 avril, 9 heures). — L'aspect de la planète est de nouveau fortement changé. On remarque en *a* la bande *chocolat;* elle n'est pas homogène, mais traversée par un filet blanc, et elle se termine à l'est par un angle aigu. La bande *jaune b* est parsemée de noyaux blancs. Vient ensuite au-dessus une bande *brune c*, traversée aussi par un filet blanc peu étendu. Après une zone blanche, on arrive aux latitudes boréales; la calotte polaire est *bleuâtre*. Sur l'hémisphère inférieur ou austral, on remarque d'abord une zone blanche *d*, sur laquelle on distingue un filet gris et, en dessous, deux traces filiformes brunes. La ca-

lotte polaire australe est *jaunâtre*. On voit quelle différence d'aspect Jupiter offre avec l'avant-veille.

» N° 8 (22 avril, 10 heures). — C'est toujours la bande foncée chocolat qui se fait remarquer la première. Elle présente à l'endroit indiqué une traînée grise recourbée presque à angle droit, qui traverse la région *b*, blanche, formée de noyaux séparés, et s'étend jusqu'à la région *c*, nuancée d'une teinte jaune foncé; *d* est une zone blanche; il en est de même de *c*. On remarque en *f* une ligne grise.



Variations d'aspect de la planète Jupiter.

» N° 9 (25 avril, $9^h 15^m$). — La lumière de la Lune ne gêne pas l'observation, quoiqu'elle ne soit qu'à 20 degrés de Jupiter. On distingue fort bien les marques suivantes, inscrites par ordre de visibilité :

a. Bande foncée, nuance *chocolat*; *b*. équatoriale, blanche, mince, diversifiée ; *c*. jaunâtre, en traînées ; *d*. blanche ; *e*. Ligne foncée ; *f*. Calotte polaire teintée de *bleu violacé* ; *g*. Bande blanchâtre ; *h*. Calotte polaire *jaunâtre*, plus foncée que la bande *c*.

» Le premier satellite vient de passer sur la planète et y produit une ombre absolument noire. Le 25 mars précédent, deux satellites, le deuxième et le troisième, passaient sur la planète ; l'ombre du troisième était noire, mais l'ombre du deuxième était *grise*. J'en ai fait l'objet d'une Communication à l'Institut, concluant en faveur de l'existence d'une atmosphère autour de ce satellite. Le 25 avril, l'ombre du premier satellite est tout à fait noire.

» N° 10 (19 mai, $8^h 45^m$). — Après une longue série de mauvais temps, voici le premier beau jour du mois de mai. Le télescope tourné vers Jupiter permet d'y découvrir de curieux

détails et, en particulier, l'ombre d'un satellite juste sur le pôle de la planète. C'est une tache ronde, *noire* comme de l'encre, qui, tout d'abord, ne semble pas pouvoir être rapportée au passage d'un satellite entre le Soleil et Jupiter, car aucun d'eux n'est sur le disque. Le troisième est à sa plus grande élongation; le deuxième est derrière la planète et caché par elle; le premier est à l'est de Jupiter et dans la moitié de son orbite la plus éloignée de la Terre. Reste donc le quatrième satellite, qui se trouvait alors à l'ouest de Jupiter, et éloigné de 3 fois le diamètre de la planète, c'est-à-dire à 120 secondes de distance. C'est à lui seul qu'on peut rapporter cette ombre, car il se trouvait alors dans la moitié de son orbite la plus rapprochée de la Terre, et marchait de l'est à l'ouest; mais il est bien probable que c'est la limite extrême à laquelle on puisse observer l'ombre d'un satellite, et la distance extrême à laquelle cette ombre puisse se produire.

» Cette tache noire glissait lentement le long du bord de la planète. A $9^h 30^m$, elle arriva en contact avec le limbe, longea le bord sans sortir et n'arriva à l'échancrer qu'à $9^h 45^m$. Elle employa près d'une demi-heure (26 minutes) à sortir.

» Le disque de Jupiter offrait à peu près l'aspect du 25 avril. La bande foncée, nuance chocolat, était la plus apparente; elle diminuait de largeur depuis le milieu jusqu'au bord oriental. L'équateur était marqué par une traînée blanche *c*. La bande jaune *b* était très-large. Au-dessus s'étendait une zone blanche *d*. La calotte polaire supérieure était jaunâtre, et l'inférieure *violacée*. Dans les latitudes circompolaires boréales, on remarquait une ligne *f* plus foncée que la région. L'ombre noire suivit près du pôle une ligne parallèle.

» N° **11** (4 juin, $9^h 15^m$). — Ce qui frappe à première vue ce soir, c'est la teinte sombre de la calotte polaire supérieure, presque aussi foncée que la bande chocolat. Elle paraît d'un gris ardoise. La calotte polaire inférieure est, au contraire, nuancée d'une teinte claire, jaunâtre. Quant aux détails du disque, on peut signaler la bande *b*, large et d'un jaune clair, la ligne blanche *c*, marquant l'équateur, la zone *d*, très-lumineuse, et la traînée grise *e*, se continuant certainement sur l'autre hémisphère. A $10^h 15^m$, le deuxième satellite sortit de la planète au point indiqué à droite de la figure. Il n'était pas brillant sur le disque, et son ombre n'était pas noire, car rien n'avait été aperçu, quoique l'observation ait été très-longue et très-attentive.

» N° **12** (10 juin, $9^h 30^m$). — Ce dessin a été fait, non au télescope de 20 centimètres, mais à l'aide d'une excellente lunette achromatique de 25 centimètres, construite par notre regretté Secrétan, et alors dans ses ateliers; il confirme l'exactitude des précédents sur le seul point qui pouvait me paraître douteux : les couleurs indiquées précédemment. En effet, dans cette dernière observation, la bande *a* parut teintée de nuance chocolat, la bande *b* parut *jaune* et parsemée de traînées grises; la calotte polaire australe était nuancée d'un gris *jaunâtre*, faible, et la calotte polaire boréale d'un léger gris *bleuâtre*. Entre la bande foncée et la bande jaune on remarquait la ligne blanche déjà signalée. Au-dessous de la zone blanche et aux premières latitudes australes nuageuses, des cirrhi blancs parsemaient la bande désignée par la lettre *c*. Enfin, une ligne grise était dessinée en *d*. Le premier satellite venait de passer devant la planète, sur laquelle se projetait son ombre *noire*. Dans ce dessin, la figure est retournée, afin d'être dans la même position que les autres, c'est-à-dire que l'image est droite.

» Telles sont les principales observations que j'ai faites en 1874 sur la planète Jupiter. En résumé, elles fixent les principaux aspects de la planète en cette période d'opposition; elles montrent que la surface visible de ce

globe est très-variable, mais que pourtant des taches persistent pendant des semaines entières, que ces taches portent ombre et que cette ombre est diffuse, que l'ombre des satellites est tantôt noire et tantôt grise, que la coloration des diverses zones varie non-seulement d'intensité, mais encore en elle-même. J'espère que ce choix d'observations pourra être de quelque utilité, en l'ajoutant aux nombreuses séries des autres observateurs, pour élucider le problème si intéressant de la constitution physique de ce vaste monde. »

ANALYSE GÉOMÉTRIQUE. — *Nouveaux exemples de la représentation, par des figures de Géométrie, des conceptions analytiques de Géométrie à n dimensions;* par M. **W. Spottiswoode.**

« Dans une Géométrie à quatre dimensions, on peut se demander s'il y a des sections de l'*espace* (3) qui se réduisent à deux plans. En partant de la forme (4), la solution cherchée sera donnée par la formule

$$(6)\quad \left\{\begin{aligned} &\begin{vmatrix} d & k & lx+my+nz \\ k & e & l'x+m'y+n'z \\ lx+my+nz & l'x+m'y+n'z & ax^2+by^2+\ldots \end{vmatrix} = 0 \\ &= \begin{vmatrix} a & l & l' \\ l & d & k \\ l' & k & e \end{vmatrix} x^2 + \begin{vmatrix} b & m & m' \\ m & d & k \\ m' & k & e \end{vmatrix} y^2 + \begin{vmatrix} c & n & n' \\ n & d & k \\ n' & k & e \end{vmatrix} z^2 \\ &+2 \begin{vmatrix} f & m & m' \\ n & d & k \\ n' & k & e \end{vmatrix} yz + 2 \begin{vmatrix} g & n & n' \\ l & d & k \\ l' & k & e \end{vmatrix} zx + 2 \begin{vmatrix} h & l & l' \\ m & d & k \\ m' & k & e \end{vmatrix} xy = 0, \end{aligned}\right.$$

ou bien, en posant

$$\nabla = \begin{vmatrix} a & h & g & l & l' \\ h & b & f & m & m' \\ g & f & e & n & n' \\ l & m & n & d & k \\ l' & m' & n' & k & e \end{vmatrix} = a\mathrm{A} + h\mathrm{H} + \ldots = h\mathrm{H} + b\mathrm{B} + \ldots = \ldots,$$

la formule (6) peut s'écrire ainsi

$$(7)\quad \nabla^{-1}[(\mathrm{B}c - \mathrm{F}^2)x^2 + (c\mathrm{A} - \mathrm{G}^2)y^2 + \ldots] = -\nabla^{-1} \begin{vmatrix} \mathrm{A} & \mathrm{H} & \mathrm{G} & x \\ \mathrm{H} & \mathrm{B} & \mathrm{F} & y \\ \mathrm{G} & \mathrm{F} & c & z \\ x & y & z & . \end{vmatrix} = 0.$$

Ce qui exprime que l'*espace cylindrique* (c'est-à-dire un *espace* dont l'équation ne contient que $5 - 2 = 3$ variables) coupe l'*espace* (3) en deux plans.

» Or, la fonction (3), comme fonction de u, v, w (formule 4), représente un nombre infini de courbes dont une correspond à chaque valeur des variables x, y, z, t; et, comme fonction de x, y, z, t (formule 5), elle représente un nombre infini de surfaces dont une correspond à chaque valeur des variables u, v, w; par conséquent on peut regarder la condition (7) comme l'équation d'un cône, à chaque point duquel correspond une paire de lignes droites. Le cône (7) est la polaire réciproque du cône

$$A x_2 + B y^2 + C z^2 + 2(F yz + G zx + H xy) = 0.$$

» En partant de la formule (5), et en représentant par $[c]$, $[nu + n'v]$, $[du^2 + 2kuv + ev^2]$ les coefficients de c, $nu + nv$, $du^2 + 2kuv + ev^2$, dans le développement du déterminant

$$(8) \qquad \begin{vmatrix} a & h & g & lu + l'v \\ h & b & f & mu + m'v \\ g & f & c & nu + n'v \\ lu + l'v & mu + m'v & nu + n'v & du^2 + 2kuv + ev^2 \end{vmatrix},$$

on trouvera pour les conditions, pour que la forme (5) puisse se résoudre en deux facteurs linéaires,

$$(9) \qquad [c] = 0, \quad [nu + n'v] = 0, \quad [du^2 + 2kuv + ev^2] = 0;$$

c'est-à-dire

$$(10) \qquad \underbrace{\begin{vmatrix} a & h & l & l' & . \\ h & b & m & m' & . \\ l & m & d & k & v \\ l' & m' & k & e & -u \\ . & . & v & -u & . \end{vmatrix} = 0}_{(\alpha)}, \qquad \underbrace{\begin{vmatrix} a & h & l & l' \\ h & b & m & m' \\ g & f & n & n' \\ . & . & v & -u \end{vmatrix} = 0}_{(\beta)}, \qquad \underbrace{\begin{vmatrix} a & h & g \\ h & b & f \\ g & f & c \end{vmatrix} = 0}_{(\gamma)}.$$

» Au moyen de l'équation (β) on peut éliminer $u : v$ de l'équation (α), et, par conséquent, les coefficients de (3) doivent satisfaire à deux conditions, savoir (10, γ) et celle qui résulte de l'élimination de $u : v$ de (10, α). Or, on peut s'assurer, ou au moyen de l'élimination ou en combinant les quantités (9) ainsi :

$$[c][du^2 + 2kuv + ev^2] - [nu + n'v]^2,$$

que la quantité $ab - h^2$ entre comme facteur dans le résultat. J'ai calculé le second facteur; mais, comme il paraît un peu compliqué, je ne l'écris pas ici. Il en résulte que l'*espace* cherché, déterminé par (10, β), sera un *espace linéaire* ou *espace plan*.

» Par rapport à la forme (5), les mêmes formules expriment que, les deux conditions ci-dessus signalées étant satisfaites, il y a une ligne droite (10, β) à chaque point de laquelle il correspond une paire de plans. »

NAVIGATION. — *Sur l'emploi des chronomètres à la mer, dans la marine allemande.* Extrait d'une lettre de M. **Peters** à M. Yvon Villarceau.

« ... Je dois vous informer que votre méthode pour calculer la marche des chronomètres a été expliquée par mon fils, le Dr C.-F.-W. Peters, dans les « *Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie*, herausgegeben » von der Kaiserlichen Admiralität, année 1875, nos 17 et 18, pages 343-» 348 », et par M. le Dr Börgen, dans les « *Hydrographische Mittheilungen*, » herausgegeben von dem Hydrographischen Bureau der Kaiserlichen Ad-» miralität, année 1873, aux pages 298-301, et année 1874, aux pages 174 » et 183-187. »

» L'examen des chronomètres de la marine impériale a été confié, pour le port de l'État de Wilhelmshaven, à M. le Dr Börgen; pour celui de Kiel, à mon fils. Vous comprendrez donc que votre méthode est appliquée maintenant dans toute la marine allemande. »

ANALYSE. — *Des surfaces coordonnées telles, qu'en chaque point considéré comme centre d'une sphère de rayon constant, les normales aux surfaces déterminent sur cette sphère les sommets d'un triangle sphérique d'aire constante.* Note de M. l'abbé **Aoust**.

« Le but de cette Note est seulement de donner les conditions géométriques et analytiques propres aux systèmes de coordonnées définis dans l'énoncé, et de montrer avec quelle simplicité elles s'expriment lorsque l'on fait usage des courbures inclinées des lignes coordonnées.

» 1° Soient ρ_0, ρ_1, ρ_2 les paramètres des trois surfaces coordonnées; $d\sigma_0$, $d\sigma_1$, $d\sigma_2$ les trois arcs coordonnés; φ_0, φ_1, φ_2 les angles des lignes coordonnées situés sur les surfaces ρ_0, ρ_1, ρ_2. Nous conservons les définitions, hypothèses et notations de notre *Théorie des coordonnées curvilignes quelconques* (*Comptes rendus*, t. LIV, LV, LVII). Si nous représentons par $\mathcal{A}$

l'aire du triangle sphérique dont il s'agit, l'expression de cette aire est donnée par la relation

$$(1)\qquad \mathcal{A} = 2\pi - (\varphi_0 + \varphi_1 + \varphi_2);$$

si l'on prend successivement les variations de $\mathcal{A}$ par rapport aux paramètres ρ_0, ρ_1, ρ_2, on aura les trois équations contenues dans le type suivant :

$$(2)\qquad \frac{d\mathcal{A}}{d\sigma_0} = -\left(\frac{d\varphi}{d\sigma_0} + \frac{d\varphi_1}{d\sigma_0} + \frac{d\varphi_2}{d\sigma_0}\right), \quad (3)$$

et qui s'en déduisent par la rotation simultanée des indices.

» Or nous avons trouvé les variations des angles coordonnés en fonction des courbures géodésiques inclinées des arcs coordonnés, de sorte que, si l'on représente généralement par le symbole $\frac{1}{L^{0}_{21}}$ la courbure inclinée de l'arc $d\sigma_1$ suivant l'arc $d\sigma_2$ et projetée sur le plan tangent à la surface ρ_0, on a, d'après nos équations (14) et (15), première partie, les deux types suivants :

$$(3)\qquad \begin{cases} -\dfrac{d\varphi_0}{d\sigma_1} = \dfrac{1}{L^{(0)}_{21}} + \dfrac{1}{L^{(0)}_{11}}, & (6) \\ -\dfrac{d\varphi_0}{d\sigma_0} = \dfrac{1}{L^{(0)}_{20}} + \dfrac{1}{L^{(0)}_{10}}, & (3) \end{cases}$$

qui donnent : le premier, six équations, et le second, trois. Si, au moyen de ces équations, on élimine les variations des angles contenues dans l'équation (2), on aura les trois équations contenues dans le type suivant :

$$(4)\qquad \frac{d\mathcal{A}}{d\sigma} = \frac{1}{L^{(0)}_{20}} + \frac{1}{L^{(0)}_{10}} + \frac{1}{L^{(1)}_{00}} + \frac{1}{L^{(1)}_{20}} + \frac{1}{L^{(2)}_{10}} + \frac{1}{L^{(2)}_{00}}. \quad (3)$$

» Si l'on remarque que chaque ligne coordonnée a trois courbures inclinées : la première, inclinée suivant la tangente à cette ligne ; les deux autres, inclinées suivant les tangentes aux deux autres lignes coordonnées ; que, de plus, si $\mathcal{A}$ est constant, sa variation est nulle, on obtient la proposition suivante :

» Théorème. — *Étant donné un système de surfaces coordonnées tel, qu'en un point quelconque pris pour centre d'une sphère de rayon constant, les normales à ces surfaces déterminent sur cette sphère les trois sommets d'un triangle sphérique d'aire constante, ce système jouit de cette propriété que, si l'on prend les trois courbures d'un arc coordonné et qu'on projette chacune sur les plans tangents aux deux surfaces qui contiennent l'arc d'inclinaison, la somme de ces six projections sera nulle.*

» 2° Il convient maintenant d'exprimer chacune des dix-huit courbures qui entrent dans les seconds membres des équations (4), en fonction des variations des arcs coordonnés; or nous avons déjà donné, dans notre *Théorie des coordonnées curvilignes* (première partie), l'expression de douze de ces courbures, qui sont fournies par les deux types suivants :

$$(6) \qquad \frac{d\sigma_0\, d\sigma_1 \sin\varphi_2}{L_{00}^{(2)}} = d_{\rho_0}(d\sigma_1 \cos\varphi_2) - d_{\rho_1}(d\sigma_0), \quad (6)$$

$$(7) \qquad \frac{d\sigma_0\, d\sigma_1 \sin\varphi_2}{L_{10}^{(2)}} = d_{\rho_1} d\sigma_0 - \cos\varphi_2\, d_{\rho_0}(d\sigma_1), \quad (6)$$

qui donnent l'une et l'autre six relations. Nous sommes arrivé depuis à exprimer aussi les six dernières courbures en fonction des variations des mêmes arcs coordonnés. Ces courbures sont fournies par les six équations contenues dans le type suivant :

$$(8) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{2\, d\sigma_0\, d\sigma_1\, d\sigma_2 \sin\varphi_1}{L_{01}^{(1)}} &= d_{\rho_0}(d\sigma_1\, d\sigma_2 \cos\varphi_0) - d_{\rho_2}(d\sigma_0\, d\sigma_1 \cos\varphi_2) \\ &\quad + d\sigma_0^2\, d_{\rho_1}\left(\frac{d\sigma_2}{d\sigma_0} \cos\varphi_1\right) \end{aligned} \right\}; \quad (6)$$

de sorte que, si l'on élimine les dix-huit courbures dont il s'agit des équations (4) au moyen des équations (6), (7), (8), et qu'on représente par H_0, H_1, H_2 les paramètres différentiels du premier ordre des arcs coordonnés, et par G_0, G_1, G_2 les paramètres relatifs aux angles, on pourra poser, *ds* étant le déplacement d'un point dans l'espace, la relation

$$(5) \quad ds^2 = H_0^2\, d\rho^2 + H_1^2\, d\rho_1^2 + H_2^2\, d\rho_2^2 + 2(G_0^2\, d\rho_1\, d\rho_2 + G_1^2\, d\rho_2\, d\rho_0 + G_2^2\, d\rho_0\, d\rho_1),$$

et l'on obtiendra l'équation de condition (4) sous l'une des formes suivantes :

$$(9) \qquad \left\{ \begin{aligned} 2HH_1H_1 \frac{d\mathcal{A}}{d\sigma} &= \sum \frac{1}{\sin\varphi}\left[H_2^2 \frac{d}{d\rho_0}\left(\frac{G_0^2}{H_2^2}\right) + H_1^2 \frac{d}{d\rho_0}\left(\frac{G_0^2}{H_1^2}\right)\right] \\ &= \sum \frac{2}{\sin\varphi_1}\left[H_1 \frac{d}{d\rho_0}\left(\frac{G_1^2}{H_0}\right) - \frac{H_1 G_1^2}{H_0 H_2} \frac{dH_2}{d\rho_0}\right] \\ &= \sum \frac{2}{\sin\varphi_2}\left[H_2 \frac{d}{d\rho_0}\left(\frac{G_2^2}{H_0}\right) - \frac{H_2 G_2^2}{HH_1} \frac{dH_1}{d\rho_0}\right] \end{aligned} \right\}, \quad (3)$$

en remarquant que le signe Σ s'étend à toutes les valeurs que prend l'expression placée sous ce signe par la rotation simultanée des indices, à l'exception de celui qui se rapporte à la différentiation.

» Comme ces dernières équations sont intuitives, elles servent de vérification à toutes celles qui précèdent.

» On voit que les équations de condition sont satisfaites dans un système triplement orthogonal, comme aussi dans un système de surfaces se coupant deux à deux sous angles constants. »

ALGÈBRE. — *Note sur les nombres de Bernoulli;* par M. C. **Le Paige.**

« L'étude des sommes des produits, p à p, des m premiers nombres naturels conduit à une relation, peut-être nouvelle, entre les nombres de Bernoulli, relation qui présente quelque analogie avec celles que M. Catalan a démontrées dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (séance du 6 septembre 1875).

« Voici cette relation :

$$(\mathrm{A})\quad \left\{\begin{aligned} &B_{2p-1}+\frac{(2p-3)(2p-1)}{1.2.3}B_{2p-3}\\ &\qquad+\frac{(2p-5)(2p-3)(2p-2)(2p-1)}{1.2.3.4.5}B_{2p-5}+\ldots+\frac{B_1}{1.2}=\frac{1}{2p.(2p+1)}.\end{aligned}\right.$$

» La démonstration de l'égalité (A), basée sur les calculs qui nous y ont conduit, pouvant offrir quelque longueur, nous en donnerons une démonstration directe, qui exige seulement les intégrales employées par M. Catalan dans la Note citée.

» On sait que

$$B_{2p-1}=\pm 4p\int_0^\infty \frac{t^{2p-1}\,dt}{e^{2\pi t}-1}.$$

Si nous remplaçons les nombres de Bernoulli par les intégrales qui les expriment, l'égalité à vérifier devient

$$\begin{aligned}2\int_0^\infty \frac{dt}{e^{2\pi t}-1}\Big[2pt^{2p-1}&-\frac{(2p-3)(2p-2)(2p-1)}{1.2.3}t^{2p-3}\\ &+\frac{(2p-5)(2p-4)(2p-3)(2p-2)(2p-1)}{1.2.3.4.5}t^{2p-5}-\ldots\pm t\Big]\\ &=\pm\frac{1}{2p.(2p+1)}.\end{aligned}$$

La quantité entre parenthèses est égale à

$$t\,\frac{(t+\sqrt{-1})^{2p-1}-(t-\sqrt{-1})^{2p-1}}{2\sqrt{-1}}+t^{2p-1}.$$

Il faut donc vérifier que

$$\int_0^\infty \frac{dt}{e^{2\pi t}-1}\left[t\,\frac{(t+\sqrt{-1})^{2p-1}-(t+\sqrt{-1})^{2p-1}}{2\sqrt{-1}}+t^{2p-1}\right]=\pm\frac{1}{4p(2p+1)}$$

ou, en faisant $t = \cot\varphi$,

$$(\text{B}) \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cot\varphi\, d\varphi \left[\cos^{2p-2}\varphi \sin\varphi + \sin(2p-1)\varphi\right]}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2p+1}\varphi} = \pm \frac{1}{4p(2p+1)}.$$

Mais, d'après la Note citée, on a

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2q+3}\varphi}\left[\cos(2q+1)\varphi - \cos^{2q+1}\varphi\right] = \mp \frac{q}{4(q+1)}$$

ou, si l'on change q en $p-1$,

$$(\text{C}) \qquad \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\varphi}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2p+1}\varphi}\left[\cos(2p-1)\varphi - \cos^{2p-1}\varphi\right] = \pm \frac{p-1}{4p}.$$

Ajoutant les égalités (B) et (C) membre à membre, on trouve

$$(\text{D}) \qquad \left\{ \begin{aligned} &\int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\cos\varphi \sin(2p-1)\varphi + \sin\varphi\cos(2p-1)\varphi}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2p+2}\varphi}\, d\varphi \\ &\quad = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\sin 2p\varphi\, d\varphi}{(e^{2\pi\cot\varphi}-1)\sin^{2p+2}\varphi} = \pm \frac{(2p-1)}{4(2p+1)}, \end{aligned} \right.$$

résultat qui ne diffère que par la notation de la formule (E) de M. Catalan. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction des homologues de l'éthylène, qui peut expliquer leur absence dans les pétroles naturels.* Note de **M. J.-A. Le Bel**, présentée par M. Wurtz.

« Pendant les opérations qu'on fait subir aux huiles volatiles, d'origine pyrogénée, riches en carbures non saturés, on remarque que très-souvent leur densité augmente et qu'ils laissent à la distillation un résidu sirupeux incolore ; j'ai constaté que cette altération ne se produit qu'en présence de l'eau. En effet, des carbures passant entre 60 et 70 degrés, et renfermant deux tiers d'hexylène environ, se sont conservés intacts pendant un an, après avoir été desséchés par le chlorure de calcium et le sodium, tandis que la même matière, après avoir séjourné sur une couche d'eau, a fourni un résidu de distillation considérable et une forte quantité de matière dissoute dans la couche aqueuse ; la proportion de carbure altéré pouvait s'évaluer à un vingtième de la masse totale. Une dessiccation très-parfaite est nécessaire pour conserver sans altération ces carbures. Les produits de la réaction de l'eau sur les oléfines sont presque entièrement solubles dans l'eau ; les homologues supérieurs de la série, à partir de l'heptylène,

fournissent des cristaux qui se déposent dans la couche aqueuse et même dans l'huile. Des matières analogues se forment en très-petite proportion, même dans les huiles lourdes, et sont souvent confondues avec la paraffine ; la chaleur les fait disparaître. Ces corps sont tous facilement détruits par la chaleur ; une fois commencée, leur décomposition continue d'elle-même, et, si l'on opérait sur des proportions considérables, on aurait une redoutable explosion. La décomposition violente de ces hydrates constitue un rapprochement des carbures gras non saturés avec l'essence de térébenthine, dont l'hydrate présente le même phénomène ; cette parenté a, du reste, été établie intimement par la belle synthèse de M. Bouchardat.

» Pour voir si le carbure se régénère dans la décomposition de son hydrate, on a laissé tomber goutte à goutte environ 250 grammes du produit de la réaction de l'eau sur l'heptylène, dans un ballon entouré d'un bain d'huile très-chaud. L'opération, difficile à conduire, étant terminée, il reste dans le ballon une matière résineuse : la partie volatile, séparée de l'eau formée, passe vers 140 degrés ; elle pique les yeux et présente les caractères d'un alcool non saturé. Quoique la condensation fût suffisante, on n'a pas retrouvé le carbure, qu'il eût été facile d'isoler par distillation.

» Si nous considérons maintenant les opinions des géologues sur l'origine des hydrocarbures naturels, nous trouvons qu'un certain nombre d'entre eux pensent que ces corps ont pris naissance dans la décomposition des couches de houille qui, postérieurement à leur formation, auraient subi, à l'abri de l'air, l'action d'une haute température. On rencontre, en effet, des couches de houille traversées par des filons de roches ignées, qui ont carbonisé la houille dans leur voisinage, et l'anthracite, dont il existe des couches considérables, est regardée comme un dépôt de houille qui a subi l'action d'une forte chaleur ; or la décomposition de ces matières a certainement fourni une quantité immense d'huiles et de bitumes qui ont dû se répandre dans les couches voisines. On pouvait faire néanmoins une objection très-importante à cette théorie ; car l'expérience indique que les produits de décomposition de la houille et du boghead, au rouge sombre, sont, non pas les hydrocarbures saturés que contient le pétrole naturel, mais un mélange de ceux-ci avec une forte proportion de carbures non saturés. Dans l'état de nos connaissances, rien n'autorise à croire que ces derniers ne se sont pas formés dans la décomposition de la houille et leur absence dans les pétroles

naturels empêcherait d'admettre ce mode de génération, si leur altérabilité en présence de l'eau, constatée par les expériences précédentes, n'expliquait leur disparition. Comme les pétroles d'Amérique se présentent toujours accompagnés d'une grande quantité d'eau, on peut admettre qu'une série de réactions analogues à celle qui a été décrite a éliminé les carbures non saturés altérables et que leurs produits de décomposition ont été entraînés par la circulation des eaux souterraines, tandis que les résines et les hydrocarbures saturés seraient restés inaltérés et auraient formé l'huile vierge, telle qu'on la rencontre à l'état naturel. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Remarques à propos de la découverte du gallium;* par M. D. MENDELEEFF.

« En 1869 (1), j'ai énoncé la loi suivante, dite *périodique* : « *Les propriétés* » *des corps simples, la constitution de leurs combinaisons, ainsi que les propriétés* » *de ces dernières, sont des fonctions périodiques des poids atomiques des éléments.* » Parmi les différentes applications de cette loi, je citerai seulement les suivantes :

» 1° Cette loi constitue la base du système complet des éléments :

	PREMIER groupe.	DEUXIÈME groupe.	TROISIÈME groupe.	QUATRIÈME groupe.	CINQUIÈME groupe.	SIXIÈME groupe.	SEPTIÈME groupe.	HUITIÈME GROUPE.
	″	″	″	RH^4	RH^3	RH^2	RH	(R^2H)
Série.	R^2O	RO	R^2O^3	RO^2	R^2O^5	RO^3	R^2O^7	(RO^4)
1....	1 H							
2....	Li 7	Be 9	B 11	C 12	N 14	O 16	F 19	
3....	23 Na	24 Mg	27 Al	28 Si	31 P	32 S	35 Cl	
4 ...	K 39	Ca 40	? 44	Ti 48	V 51	Cr 52	Mn 55	Fe 56, Co 59, Ni 59, Cu 63
5....	(63 Cu)	65 Zn	68 ?	72 ?	75 As	78 Se	80 Br	
6....	Rb 85	Sr 87	Yt 88	Zr 90	Nb 94	Mo 96	? 100	Ru 104, Rh 104, Pl 106, Ag 108
7....	(108 Ag)	112 Cd	113 In	118 Sn	122 Sb	125 Fe	127 I	
8....	Cs 133	Ba 137	?Di 138	Ce 140	″	″	″	Os 195, Ir 197, Pt 198, Au 199
9....	″	″	″	″	″	″	″	
10....	″	″	Er 178	? La 180	Ta 182	W 184	? 190	″ ″ ″ ″
11....	(199 Au)	200 Hg	204 Tl	207 Pb	208 Bi	″	″	
12....	″	″	″	Th 231	″	U 240	″	″ ″ ″ ″

(1) *Journal de la Société chimique russe*, t. I, p. 60. La loi périodique se trouve appliquée dans le tome II (1870-1871) de mon Ouvrage (en russe), *Fondements de Chimie*. L'article le plus complet sur cette loi est inséré dans les *Annales de Liebig* (supplément, Band VIII, p. 133, 1871), dans la traduction de M. Wreden.

» 2° La loi périodique exige le changement des poids atomiques de quelques métaux, encore insuffisamment étudiés :

	Poids atomiques des métaux et formules de leurs oxydes.		
	Nombres admis anciennement.	Nombres proposés par moi.	
Indium..........	75 InO	113 In^2O^3	La chaleur spécifique de l'indium, déterminée d'un côté par M. Bunsen, et de l'autre par moi (*Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, t. VIII, p. 45), a confirmé ce changement.
Uranium	120 U^2O^3	240 UO^3	MM. Rammelsberg et Roscoë (*Berichte der deutschen chemischen Gesell.*, t. V, p. 1003 et t. VII, p. 1131) ont accepté ma proposition.
Cérium..........	92 CeO Ce^3O^4	138 Ce^2O^3 CeO^2	La chaleur spécifique du métal (*Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, t. VIII, p. 45), ainsi que la composition de ses sels (*Lieb. Ann.*, t. CLXVIII, p. 46), paraît confirmer mes propositions.
Thorium	116 ThO	232 ThO^2	MM. Chydenius et Delafontaine, avant moi, avaient proposé le même changement.
Yttrium..........	60 YO	90 Y^2O^3	M. Cleve (voir *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. VIII, p. 129) a accepté mes formules R^2O^3.
Erbium	114 ErO	171 Er^2O^3	
Didyme? ou Lanthane? } environ	92 RO	138 R^2O^3	

» 3° La loi périodique indique les lacunes qui existent encore dans le système des éléments connus, et permet de prévoir les propriétés des éléments inconnus, ainsi que celles de leurs combinaisons. Ainsi, par exemple, il y a deux lacunes, dans les groupes III et IV de la cinquième série. J'ai nommé ces éléments à découvrir *ekaaluminium* El. et *ekasilicium* Es.

» Les propriétés de l'ekaaluminium, d'après la loi périodique, doivent être les suivantes. Son poids atomique sera $El = 68$; son oxyde aura la formule El^2O^3; ses sels présenteront la formule ElX^3. Ainsi, par exemple, le chlorure (unique?) d'ekaaluminium sera $ElCl^3$; il donnera à l'analyse 39 pour 100 du métal et 61 pour 100 du chlore et sera plus volatil que $ZnCl^2$. Le sulfure El^2S^3, ou oxysulfure $El^2(S, O)^3$, doit être précipité par l'hydrogène sulfuré et sera insoluble dans le sulfure d'ammonium. Le métal s'obtiendra aisément par réduction; sa densité sera 5,9; par suite,

son volume atomique sera 11,5 ; il sera presque fixe, et fusible à une température assez basse. Au contact de l'air, il ne s'oxydera pas ; chauffé au rouge, il décomposera l'eau. Le métal pur et fondu ne sera attaqué par les acides et les alcalis qu'avec lenteur. L'oxyde El^2O^3 aura pour poids spécifique environ 5,5 ; il doit être soluble dans les acides énergiques, former un hydrate amorphe insoluble dans l'eau, se dissolvant dans les acides et les alcalis. L'oxyde d'ekaaluminium formera les sels neutres et basiques $El^2(OH, X)^6$, mais pas de sels acides ; l'alun $ElK(SO^4)^2 12H^2O$ sera plus soluble que le sel correspondant d'aluminium et moins cristallisable. Les propriétés basiques de El^2O^3 étant plus prononcées que celles de Al^2O^3 et moins que celles de ZnO, il faut s'attendre à ce qu'il sera précipité par le carbonate de baryte. La volatilité, ainsi que les autres propriétés des combinaisons salines de l'ekaaluminium, présentant la moyenne entre celles de l'aluminium et celles de l'indium, il est probable que le métal en question sera découvert par l'analyse spectrale, comme l'ont été l'indium et le thallium.

Ces caractères de l'ekaaluminium étaient obtenus (*Journ. de la Soc. chimique russe*, 1871, t. III, p. 47) en considérant sa place dans le système périodique des éléments :

Séries.	2e groupe.	3e groupe.	4e groupe.	5e groupe.
3.	Mg	Al	Si	P
5.	Zn	El	Es	As
7.	Cd	In	Sn	Sb.

» Il faut remarquer, d'ailleurs, que, jusqu'à la découverte de la loi périodique, il était impossible de prédire l'existence des éléments encore inconnus et de déterminer leurs propriétés.

» M. Lecoq de Boisbaudran, en appliquant sa nouvelle méthode d'analyse spectrale, vient d'annoncer (*Comptes rendus*, p. 493) la présence, dans la blende de Pierrefitte (Pyrénées), d'un nouveau métal qu'il a nommé *gallium*. La manière dont il a été découvert, le procédé de séparation (précipitation par H^2S avant Zn) et quelques propriétés décrites (précipitation par $BaCO^3$, solubilité de l'hydrate dans l'ammoniaque, degré de volatilité, etc.) font présumer que ce nouveau métal n'est que l'ekaaluminium. Si les recherches ultérieures confirment l'identité des propriétés que je viens d'indiquer pour l'ekaaluminium avec celles du gallium, ce sera un exemple instructif de l'utilité de la loi périodique.

» On doit espérer que la découverte de l'ekasilicium Es = 72 (EsO^2),

dont les propriétés présumées sont décrites dans le *Journal de Liebig* (suppl., Bd VIII, p. 171), ne tardera pas à être réalisée. On doit le chercher, avant tout, près de l'arsenic et du titane. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la saccharification des matières amylacées.* Note de M. L. **Bondonneau**, présentée par M. Berthelot.

« La saccharification des matières amylacées au sein de l'eau a été interprétée de deux manières différentes : dans l'une, la plus ancienne, l'amidon donne d'abord de la dextrine, qui, par son hydratation, forme du glucose; dans la seconde, on admet un dédoublement avec hydratation, produisant en même temps la dextrine et le glucose.

» L'étude de ces réactions et des produits qui y prennent naissance nous a démontré que c'était la première hypothèse qui concordait avec les résultats obtenus; en effet, dans l'hypothèse du dédoublement admise par plusieurs auteurs, à quelque instant de l'opération et tant qu'il y a encore de la matière amylacée, la partie saccharifiée ne peut pas contenir moins de 25 pour 100 de glucose, d'après la dernière formule donnée par M. Musculus :

$$4(C^{12}H^{10}O^{10}) + 2HO = C^{12}H^{12}O^{12} + 3(C^{12}H^{10}O^{10}).$$

» Or, si la saccharification est arrêtée bien avant que la matière amylacée disparaisse et qu'on dessèche le tout à froid, pour rendre insoluble l'amylogène restant dans la liqueur, on dissout, en reprenant par l'eau froide, seulement la partie saccharifiée, qui, à l'état sec, donne à l'analyse :

Glucose................	13,70
Dextrine................	86,30

» De plus, il ne devrait y exister que du glucose et une seule dextrine; nous montrons plus loin qu'on peut en séparer trois isomériques dans toutes les saccharifications.

» En examinant les produits fournis par l'action des acides à quelque phase de la réaction, on remarque, au début de la saccharification (l'amylogène, s'il en reste, étant éliminé par une petite quantité d'alcool), que les liqueurs sont colorées en rouge par l'iode, et que la dextrine, séparée par l'alcool, puis purifiée par les moyens que nous avons indiqués, est constituée par un mélange variable de dextrine colorable, identique à celle obtenue par torréfaction, que nous désignons par la lettre α, et de dex-

trine non colorable, mélange que l'on peut reconnaître par des essais colorimétriques des teintes rouges produites par l'iode comparativement à celle qui est fournie par la dextrine α pure.

» L'action de l'acide étant continuée, la dextrine α diminue de plus en plus et disparaît finalement; l'alcool précipite alors une autre dextrine ne se colorant plus par l'iode, identique à celle qu'on obtient par l'action de la diastase sur l'empois : nous la désignerons par la lettre β.

» Les solutions alcooliques provenant de la séparation des dextrines α et β ci-dessus étant concentrées, puis traitées par l'alcool absolu, jusqu'à ce que toute la matière soit soluble dans ce réactif, on constate par l'analyse que cette substance soluble est un mélange de glucose et d'un produit non réducteur en quantité considérable.

Glucose................	75,40	70,20
Produit non réducteur....	24,60	29,80

» Ce produit non réducteur, soumis à l'action des acides dilués, se transforme totalement en glucose, ce qui indique que cette substance est intermédiaire entre la dextrine β, et le glucose; on pourrait penser que c'est simplement de la dextrine β maintenue en solution par la présence du glucose : il n'en est pas ainsi, car, dans une solution aqueuse concentrée de 90 parties de glucose et 10 parties de dextrine β, cette dernière se trouve précipitée par une addition d'alcool absolu; on doit considérer ce produit comme une dextrine, dont il a les caractères principaux : la non-réductibilité des liqueurs alcalines de cuivre, sa transformation facile en glucose et un fort pouvoir rotatoire, comme nous le montrerons prochainement; nous désignerons cette substance par la lettre γ.

» Les mêmes produits prennent naissance sous l'influence de la diastase. La présence de la dextrine α, quoique éphémère, ne peut pas être mise en doute, puisque, l'amylogène ayant complétement disparu, la liqueur se colore en rouge par l'iode; la dextrine β est le produit principal : on la retire facilement par l'alcool; enfin les solutions alcooliques, subissant le traitement indiqué plus haut, accusent la présence de la dextrine γ en forte proportion.

» On voit donc que, dans toute saccharification, il se forme trois produits solubles dans l'eau, non réducteurs des liqueurs alcalines de cuivre, et se transformant entièrement en glucose par hydratation, propriétés caractéristiques des dextrines.

» Dans une prochaine Note nous présenterons à l'Académie les propriétés nouvelles de ces dextrines et la conclusion qu'on peut tirer de l'ensemble de ce travail. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'effeuillaison de la betterave; Réponse à une Note de M.* Cl. Bernard (1); par M. **Ch. Violette.**

« Je demande à M. Cl. Bernard la permission de lui faire remarquer que l'espace restreint dont je pouvais disposer dans les *Comptes rendus* ne me permettait pas de développer, comme je comptais le faire dans mon Mémoire, toutes les raisons sur lesquelles je fondais l'opinion émise à la fin de ma Note du 4 octobre dernier. En plaçant en regard du poids de chaque betterave la proportion centésimale de sucre qu'elle renfermait, mon intention était de laisser au lecteur le soin de comparer les betteraves de même poids, dans chaque série d'expériences; du reste, cette comparaison est tellement usuelle dans les recherches de cette nature, que j'avais cru pouvoir me dispenser d'y insister, me bornant à énoncer des faits, et, à la suite, la conclusion qui me paraissait en découler. Mon laconisme forcé ayant induit M. Cl. Bernard en erreur sur les bases de mes conclusions, je le prie de vouloir bien examiner les deux tableaux de mes deux séries d'expériences, les betteraves effeuillées et non effeuillées étant rangées suivant l'ordre décroissant de leur poids, tableaux que je ne puis encore reproduire ici, faute d'espace.

» M. Cl. Bernard pourra constater qu'il a pris la trente-sixième betterave effeuillée, pesant 140 grammes et contenant 11,24 pour 100 de sucre, pour la comparer avec la première des betteraves non effeuillées, pesant 960 grammes et contenant 10,26 pour 100 de sucre, ou avec la deuxième, pesant 860 grammes et contenant 10,98 pour 100 de sucre. La conclusion déduite par l'illustre physiologiste ne me paraît point acceptable, puisque, comme le démontrent les résultats contenus dans le tableau des betteraves non effeuillées, les 40 betteraves provenant de la graine d'une seule betterave mère ne sont pas toutes identiques, et que, en général, les plus grosses sont les moins riches, sans qu'il y ait toutefois proportionnalité inverse entre le poids et la richesse. Il me paraît plus logique de comparer les betteraves de l'un et de l'autre tableau à poids égal.

» Supposons donc ce tableau effectué, et plaçons dans une colonne les

---

(1) Voir à la page 698 de ce volume.

différences des quantités de sucre pour les racines de même poids. On voit que toutes les différences sont positives, c'est-à-dire que, *à poids égal, toutes les betteraves effeuillées, sans exception, sont moins riches que les betteraves non effeuillées;* ce qui est encore vrai si l'on compare les betteraves effeuillées avec des betteraves non effeuillées de poids voisin, mais supérieur, dans le cas où l'on ne trouve pas de poids identique dans les deux tableaux. Si le sucre prend naissance dans le tissu, pourquoi le tissu de toutes les betteraves effeuillées n'en produit-il pas autant que dans les betteraves non effeuillées, de poids égal?

» Les différences sont loin d'être minimes, comme le suppose M. Cl. Bernard; elles varient, en nombre rond, de 2 à 5,4 pour 100 de sucre, cela est vrai; mais, en réalité, de 30 à 60 pour 100 environ de la quantité de sucre contenue dans les effeuillées; car ce n'est pas à 100 parties de sucre qu'il convient de rapporter les différences, mais à la proportion de sucre contenue dans la betterave.

» M. Cl. Bernard m'attribue la pensée d'avoir comparé en bloc la moyenne, à la manière des statisticiens; je ne vois rien dans ma Note du 4 octobre qui justifie cette manière de voir. Je me suis borné à dire : « Les résultats qui précèdent me paraissent contraires à l'opinion, etc. », sans indiquer mes raisons, que je ne pouvais donner, faute d'espace. Les moyennes que je me propose de comparer dans mon Mémoire sont, non pas des moyennes brutes, mais les ordonnées moyennes des deux courbes représentant mes expériences, courbes dont les aires représentent les quantités de sucre contenues dans les poids égaux des deux sortes de betteraves. La dernière, la plus grande ordonnée des effeuillées, est 11,90; la plus petite des non effeuillées est 12,34; aucune des ordonnées de la deuxième courbe n'atteint la plus petite de la première; et, quand même les deux courbes auraient des ordonnées communes, je ne pense pas que leurs ordonnées moyennes, qui diffèrent d'environ 3 unités, méritent la critique qu'en a faite M. Claude Bernard dans l'étude des phénomènes physiologiques; en admettant même comme différence le chiffre 2,57, ce ne serait pas là un résultat de mince importance pour la question, puisqu'il s'agit de comparer 2,57, non à 100, mais à 8,48 ou à 11,90. Je ferai la même observation à l'égard des cendres.

» Je serai volontiers de l'avis de M. Cl. Bernard à l'endroit des 37 et des 40 betteraves qu'il cite, arrachées dans un champ quelconque et comparées sous le rapport du sucre; mais je le prie de considérer que mon expérience est faite dans des conditions toutes différentes, indiquées dans ma Note du 4 octobre.

» L'illustre académicien a été amené, par la logique, à un argument *a posteriori* auquel il attache la plus grande importance. J'en admets toute la valeur, avec cette restriction toutefois, que la quantité de sucre n'est point proportionnée à la surface des feuilles, puisque, suivant toutes probabilités, l'action s'exerce à une certaine profondeur dans le tissu ; je l'admets, dis-je, précisément parce qu'il prouve la thèse que je soutiens. C'est un fait parfaitement établi par l'expérience et la pratique, et j'ai eu occasion de le constater souvent, que plus la betterave possède un collet large, plus ce collet est garni de feuilles régulièrement espacées, plus la betterave est riche; moins elle a de feuilles, moins elle est riche, à poids égal, bien entendu ; ce fait sert précisément de base aux praticiens éclairés qui se livrent à la production industrielle de la graine de betteraves, et c'est parce qu'il est méconnu que certaines races ont été abatardies ; ce sont celles qui fournissent des racines à collet étroit et peu garni de feuilles.

» Tous ces faits sont en parfaite concordance avec ceux que j'ai observés, dans mon Mémoire, sur la composition de la betterave, et me confirment dans l'opinion que j'ai émise à la fin de ma Note du 4 octobre dernier. »

MINÉRALOGIE. — *Troïlite; sa vraie place minéralogique et chimique.* Note de M. **J.-Lawrence Smith.**

« Le sulfure de fer, qu'on rencontre si souvent dans les fers et les pierres météoriques, a été parfois confondu avec la pyrrhotine minérale terrestre Fe^7S^8.

» Dans un Rapport, présenté à l'Académie en mars 1874, M. St. Meunier essaya de faire rejeter les conclusions auxquelles m'avait conduit, en 1853, l'étude de ce minéral. J'avais déclaré que ce devait être un protosulfure de fer, ce qui a été plus tard confirmé par les travaux de M. Rammelsberg sur le même minéral, tiré des fers météoriques de la Selasgen et Sevier County. De prime abord, supposant que l'analyse d'un spécimen de pyrrhotine me donnerait du protosulfure de fer, je crus que ce pourrait bien être le même corps que la pyrrhotine, mais il m'a fallu abandonner toute idée de les identifier.

» Je l'ai étudié ensuite comme provenant de différents fers météoriques, sans trouver une seule raison contraire à ma première opinion, à savoir que c'était bien un protosulfure de fer (Fe, S) et, comme le schreibersite (Ni^2Fe^4P), un véritable minéral météorique, sans similitude avec aucun minéral terrestre. Les raisons pour lesquelles M. St. Meunier veut l'assimiler

à la pyrrhotine ne me paraissent nullement fondées. Il les base principalement sur ce que le protosulfure artificiel de fer produit une certaine action décomposante sur le sulfate de cuivre, alors que cette action du troïlite sur le même sel fait défaut. Cette manière d'identifier un produit chimique artificiel et ce même composé, qu'on trouve cristallisé dans la nature, est loin d'être une méthode sûre et certaine. Les cristaux de fer spathique et de carbonate de fer artificiel, en contact avec l'air, donnent des réactions bien différentes; bien différente aussi est l'action de l'acide chlorhydrique dilué sur la magnésite et le carbonate de magnésie artificiel; si ce critérium devait être accepté, le graphite et le noir de fumée, chauffés au rouge et en contact avec l'air, seraient pris pour des substances chimiques dissemblables. Il me serait facile de multiplier les faits pour mettre ce point hors de doute.

» Sans doute M. St. Meunier s'est persuadé que les corps que j'ai analysés étaient plus ou moins impurs; mais j'avais si bien prévu ce danger que, dans toutes mes recherches, les plus grandes précautions ont été prises. D'ailleurs, comme je possédais des spécimens dont la pureté ne peut être surpassée, et en réalité aussi purs qu'on puisse le désirer, il m'était facile d'étudier de nouveau ce minéral, en en sacrifiant un morceau, afin de bien préciser la place chimique que doit occuper le troïlite.

A cette Communication je joins un spécimen du minéral dont je me suis servi pour ces études; il provient de l'intérieur du fer météorique de la Sevier County.

» Le résultat de ces recherches n'a pu être communiqué plus tôt à l'Académie, à cause même du désir que j'avais d'obtenir un spécimen de pyrrhotine cristallisée, d'une pureté égale à celui employé, et ce n'est que pendant le mois dernier que j'ai pu l'obtenir du minéralogiste du Canada Geological Survey. Il l'a tiré d'Elizabethtown (Canada), et un fragment de cette substance accompagne cette Note.

Pour l'analyse du troïlite, j'ai pris deux spécimens différents pour les deux analyses suivantes, et les quantités de soufre et de fer de chacun de ces échantillons ont été déterminées séparément.

» Quant à la méthode généralement employée pour les sulfures, je dois simplement mentionner que je les attaque, dans un ballon d'essai, avec un grand excès d'acide chlorhydronitrique (*aqua regia*), légèrement dilué et chauffé dans un bain d'eau jusqu'à ce que la dernière parcelle de soufre soit oxydée ou à peu près. Ensuite je les transfère dans une capsule de porcelaine, et les fais évaporer au-dessus d'un bain d'eau, jusqu'à ce que

tout excès d'acide soit expulsé. Dans le cas du minéral en question, il reste un léger excès d'acide chlorhydrique ; le résidu se dissout complétement dans l'eau.

» Dans une des analyses, le fer fut d'abord précipité par l'acétate de soude, afin de trouver le nickel et le cobalt, transformé ensuite en peroxyde, à la manière usuelle. Comme il n'y avait que $1^{mg},5$ de ces derniers métaux dans 1 gramme de troïlite, je fis immédiatement une seconde estimation du fer, en précipitant l'oxyde de fer par l'ammoniaque.

» Voici les résultats des analyses :

	I.	II.
Fer	63,80	63,48
Soufre	36,28	36,21

» Il n'y avait que des traces d'autres éléments.

» La densité des morceaux, choisis avec soin, a été déterminée, après les avoir submergés dans l'eau et mis sous le récipient d'une machine pneumatique, afin d'en extraire tout l'air de la surface et des plus minimes fissures. Elle était de 4,813.

» Il résulte évidemment de ces faits que, quoique le troïlite et le protosulfure de fer artificiel ne réagissent pas de même sur une solution de sulfate de cuivre, la notation chimique ne peut être que FeS, qui donne

Fer	63,64
Soufre	36,36

» La densité élevée du troïlite par rapport à d'autres météorites, sa composition chimique, tout le sépare, de la manière la plus évidente, de la pyrrhotine.

» Le spécimen de ce dernier minéral, dont j'ai parlé plus haut, m'avait donné, pour la densité 4,642 et pour la composition :

	Analyse.	Théorie.
Fer	59,88	60,50
Soufre	39,24	39,50
Silicium et matière insoluble	1,01	»
	100,13	100,00

» Lorsqu'on réfléchit, en outre, que le sulfure météorique se trouve dans une masse de fer, la supposition la plus naturelle, c'est qu'il doit être atomiquement saturé de fer. Nous croyons donc parfaitement justifiée l'opinion d'abord émise sur le troïlite : comme son fidèle compagnon, le schreibersite, il n'est connu jusqu'ici qu'à l'état de corps céleste. »

MINÉRALOGIE. — *Sur certaines altérations des agates et des silex.* Note de M. C. FRIEDEL, présentée par M. Daubrée.

« La collection de minéralogie de l'École des Mines a reçu, il y a déjà quelque temps, de M. le baron de Rasse, une série d'échantillons venant de la mission de Coriantes (Uruguay). Parmi ces minéraux, mon intention a été attirée par plusieurs fragments d'agate présentant une altération singulière et rare pour cette espèce minérale. A côté d'échantillons intacts et possédant une couleur gris de fumée, avec la translucidité habituelle de l'agate, il y en avait d'autres opaques et blanchâtres, dans lesquels les veines étaient encore visibles et rendues sensibles par une différence de dureté et d'éclat; d'autres enfin se trouvaient transformées pour la plus grande partie en une masse terreuse d'un blanc parfait, facile à couper au couteau et à réduire en poussière, et dans laquelle les zones ne se remarquaient plus guère qu'aux endroits où les parties plus dures étaient devenues saillantes, sans doute pour avoir résisté mieux que les autres à l'action de l'eau.

» A première vue, on pouvait supposer que l'altération profonde subie par ces agates avait eu pour résultat de les désagréger en les hydratant. L'examen fait de la poudre blanche a montré immédiatement qu'il n'en est pas ainsi; en effet, elle est formée de silice presque anhydre, et ne renferme guère plus du tiers de l'eau contenue dans l'agate non altérée de même provenance (1). Comme on sait que l'agate est loin d'être une matière homogène, mais qu'elle est formée d'un mélange de silice anhydre et de silice plus ou moins hydratée, tantôt séparées par zones, tantôt intimement mélangées, il était naturel de supposer que la transformation qui nous occupe était due à une action dissolvante s'exerçant de préférence sur la silice hydratée, plus facilement attaquable par les solutions alcalines que la silice anhydre. La perméabilité des agates est d'ailleurs bien connue par le parti qu'on en tire dans les arts pour les teindre, et permet de comprendre que la dissolution se soit produite jusque dans l'intérieur du minéral.

» Si cette interprétation des faits est exacte, il doit se rencontrer d'autres variétés de silice présentant des altérations analogues : c'est en effet ce qui a lieu. En beaucoup d'endroits, on trouve des silex provenant de la craie, mais ayant subi des transports et des remaniements; ces silex sont recouverts d'une croûte blanche opaque, plus ou moins épaisse, plus ou moins cohérente; dans quelques localités, la masse même du silex est transformée en une matière terreuse. C'est ce qu'on remarque sur certains ga-

(1) Partie altérée : 0,29 pour 100; agate non altérée : 0,79 pour 100.

lets roulés de Boulogne, sur les silex trouvés dans l'argile plastique à Moronval près de Dreux, à Étampes, dans les sables de l'étage du grès de Fontainebleau, à Rilly-la-Montagne (Marne), dans les sables blancs situés à la base de l'argile plastique, etc. Les silex taillés, qui sont restés bien moins longtemps que les précédents exposés à l'action des agents atmosphériques, sont eux-mêmes fréquemment revêtus d'une patine à laquelle on peut attribuer la même origine. En soumettant à la calcination comparativement la silice terreuse provenant de la croûte extérieure de ces silex et la poudre obtenue en broyant la partie intérieure non altérée, j'ai trouvé en général des nombres un peu plus forts pour la perte subie par la matière non altérée; mais la différence est plus faible qu'on ne s'y attendrait d'après les résultats donnés par l'agate de l'Uruguay, et d'après la proportion de silice qui a dû être dissoute

» Si l'on traite la partie altérée et la partie non altérée par l'acide fluorhydrique et par l'acide sulfurique, de manière à volatiliser toute la silice, on trouve un résidu formé principalement d'alumine, de sesquioxyde de fer et, ainsi que l'a fait voir Berzélius, d'une petite quantité de potasse. Ce résidu est plus abondant dans la croûte extérieure que dans la partie non altérée; il est formé de matières hydratées et, s'accumulant pendant que la silice se dissout, il doit augmenter la proportion d'eau et contre-balancer ainsi l'effet de la dissolution de la silice hydratée. Il y a plus, les eaux qui agissent sur les silex peuvent apporter et apportent souvent en réalité avec elles des éléments qui se fixent dans la partie attaquée, sous forme de combinaisons hydratées, renversant ainsi les proportions d'eau.

» Il fallait donc trouver des preuves autres que la simple perte d'eau à la calcination. En voici deux qui me paraissent concluantes : les silex altérés ont bien éprouvé une perte de matière par dissolution, car tout en conservant leur volume primitif ou à peu près, ils ont diminué de poids d'une façon évidente. Les galets roulés qui ont subi l'altération dont il s'agit présentent une surface sur laquelle on voit encore le polissage produit par l'action des eaux.

» J'ai pris ce qu'on peut appeler la densité apparente de plusieurs échantillons, c'est-à-dire le rapport de leur poids à celui du volume d'eau qu'ils auraient déplacé avant l'altération. Pour cela, après avoir rempli de mercure jusqu'à un certain repère un vase cylindrique muni d'un robinet, j'y ai plongé l'échantillon dont je voulais déterminer la densité, en le maintenant au moyen d'un fort fil de platine roulé en spirale; j'ai laissé écouler le mercure de manière à le faire affleurer de nouveau au point de repère, et j'ai pesé le mercure ainsi déplacé. En divisant le poids trouvé

par la densité du mercure, on a le poids de l'eau occupant le volume primitif du silex, car le mercure ne pénètre pas dans les pores de la matière, et l'on en conclut la densité apparente de la matière.

» On a trouvé par ce procédé, qui n'est pas d'une exactitude rigoureuse, mais qui suffit parfaitement pour les comparaisons dont il s'agit, que l'agate altérée de l'Uruguay a une densité apparente de 1,84, c'est-à-dire que le volume pesant primitivement 2,5 a perdu 0,66 ou 26,4 pour 100 de son poids. Divers échantillons de silex de Rilly, qui m'ont été obligeamment remis par M. Guyerdet, ont donné les nombres suivants : partie non altérée, densité, 2,5; parties altérées à divers degrés : 1,96; 1,92; 1,61; 1,60; 1,60; 1,35; 1,09, nombres qui correspondent à des pertes de poids allant de 21,6 à 54,4 pour 100. La croûte extérieure d'un silex d'Étampes avait une densité apparente de 1,75, et avait donc perdu 30 pour 100.

» Restait à montrer par l'expérience, ce qui était d'ailleurs évident *a priori*, que la partie altérée, étant un résidu de dissolution, devait être moins attaquable par les solutions alcalines que la matière non altérée. On a pris pour cela un silex non altéré de Rilly et on l'a réduit en poudre fine; on a pulvérisé une portion de silex altéré de même provenance et l'on a laissé digérer des poids égaux des deux poudres, avec une solution de carbonate de potasse, tantôt à la température ordinaire, tantôt à une douce chaleur. Quoique la partie altérée et terreuse fût en poudre beaucoup plus fine que le silex non altéré, il s'en est dissous moitié moins (1).

» J'ai d'ailleurs constaté qu'en faisant digérer sur une étuve des fragments de silex avec une lessive alcaline et en renouvelant l'eau de temps à autre, on produit à leur surface une patine tout à fait analogue à celle des silex qui ont subi un commencement d'altération.

» Je pense donc que l'on peut attribuer l'altération des agates et des silex dont il vient d'être question à une dissolution partielle portant sur les parties les plus solubles de la matière.

» Il ne faut pas confondre avec les croûtes provenant de cette altération celle qui recouvre souvent les silex en place dans la craie ou n'ayant subi qu'un transport peu prolongé. Il y a eu, dans ce cas-là, empâtement de craie par la silice au moment où elle s'est concrétée; il est facile de reconnaître dans ces croûtes que présentent les silex du Tréport, du Havre, etc., la présence d'une notable proportion de carbonate de chaux. »

(1) En treize jours, sur 3 grammes de chacun, il s'est dissous $0^{gr},014$ de la partie altérée et $0^{gr},030$ de la partie non altérée.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Note sur les composés explosifs; influence de l'amorce sur le coton-poudre comprimé.* Note de MM. **L. Champion** et **H. Pellet**, présentée par M. Tresca. (Extrait).

« Les amorces anglaises, destinées à l'explosion du coton-poudre, sont formées d'un tube conique en fer-blanc, dont une extrémité est insérée dans l'amorce électrique, tandis que l'autre, qui sert à l'introduction du fulminate de mercure pulvérulent (environ $1^{gr},5$), est fermée avec de la cire. Ce mode de fermeture nous a paru défectueux; de plus, l'emploi du fulminate pulvérulent entraîne des dangers sérieux et ne permet pas le transport séparé de la capsule et de l'amorce électrique, ou de la mèche. Nous avons cherché à combler cette lacune par l'application de capsules à fulminate comprimé, analogues à celles qu'emploie M. Nobel pour la dynamite. M. Gévelot a bien voulu nous faire préparer des tubes de laiton, emboutis et chargés à 2 grammes de fulminate pur et comprimé : une épaisseur métallique de $\frac{2}{10}$ de millimètre suffit pour faire détoner le coton-poudre sec normal (1). Mais, si la dessiccation n'a pas été poussée assez loin et si le coton renferme un léger excès d'eau, la détonation n'a plus lieu. M. Abel a observé le même fait avec le fulminate pulvérulent et l'amorce ordinaire. Partant des idées que nous avons exposées sur la résistance de l'enveloppe, sans modifier le poids de la charge, nous avons fait augmenter l'épaisseur de la paroi, qui a été portée à $0^{mm},5$. Dans ces conditions, l'explosion a toujours lieu, même avec du coton contenant encore environ 5 pour 100 d'eau (2).

» La compression du fulminate de mercure, quoique pouvant ralentir dans une certaine mesure sa combustion, ne nécessite pas l'emploi d'une fermeture énergique de la capsule. Une amorce électrique, de très-petit diamètre, simplement placée à la surface du fulminate, sans bourrage, détermine infailliblement l'explosion de la capsule et par suite celle du coton-poudre.

On sait que l'intensité de l'explosion varie dans une certaine limite pour une même charge de fulminate avec la résistance de l'enveloppe (3).

---

(1) A 2 pour 100 d'eau.

(2) Les essais de ce genre demandent une détermination rigoureuse de la quantité d'eau : on obtient rapidement le chiffre en soumettant pendant une heure au bain-marie un fragment du cylindre de coton-poudre sur lequel porte l'expérience.

(3) L'augmentation de résistance de l'enveloppe donne-t-elle lieu à de nouvelles vibra-

Si cette résistance est trop faible, un poids relativement considérable de fulminate de mercure (2 grammes) est impuissant à déterminer l'explosion du coton comprimé. D'un autre côté il doit exister un certain rapport entre le poids de fulminate et la résistance de l'enveloppe. C'est ainsi qu'une amorce formée d'un tube de laiton d'une épaisseur de 3 millimètres, fermée à vis aux deux extrémités et chargée de 5 grammes de fulminate de mercure comprimé, est sans action sur le coton-poudre.

» Il nous a paru utile de rechercher si la somme d'un certain nombre d'explosions simultanées, produites par des amorces faibles et incapables isolément de déterminer la détonation, pourrait équivaloir à l'explosion d'une amorce à coton-poudre.

» On a placé dans une cavité pratiquée sur un cylindre de coton, du poids de 250 grammes, six amorces électriques faites avec l'amorce triple à dynamite de Nobel (fulminate de mercure comprimé $0^{gr},6$, renfermé dans une enveloppe en cuivre rouge de $0^{mm},15$ d'épaisseur) et reliées en chapelet. L'explosion du coton a eu lieu comme avec l'amorce spéciale.

» Dans un second essai, on a réuni les six amorces, dont une seule, mise à feu, a déterminé l'explosion de toutes les autres et par suite celle du coton. On peut donc, lorsqu'on n'a pas à sa disposition des amorces spéciales à coton-poudre, les remplacer par un certain nombre d'amorces à dynamite qu'on trouve dans le commerce.

» Dans des Notes précédentes, nous avons cherché à établir la relation qui existe entre les ondes sonores et les vibrations produites par l'explosion d'un corps détonant. Cette même relation s'applique à l'expérience que nous venons d'indiquer.

» Soit une flamme chantante, sensible, placée à une distance telle d'un piano, que la note correspondante soit sans influence sur la flamme. Si l'on vient à frapper la note à de courts intervalles, on voit d'abord la flamme s'allonger, puis chanter, comme si la note, frappée en une seule fois, avait été douée d'une intensité suffisante.

» On peut encore répéter le même essai avec trois flammes chantantes, convenablement réglées à l'unisson. Si l'on dispose deux flammes au delà de la limite à laquelle elles peuvent s'influencer et qu'on fasse chanter l'une d'elles, l'autre reste stationnaire ; mais, si, en dehors de la limite d'action,

---

tions, ou n'a-t-elle pour résultat que de rendre plus intenses celles qui échappent aux moyens d'investigation que nous avons employés (flammes chantantes)? C'est ce qu'il ne paraît pas possible de préciser jusqu'à présent.

on approche une seconde flamme chantante de la première, on voit la flamme muette s'allonger et se mettre à chanter.

» Dans ces expériences, la flamme muette représente le coton-poudre, tandis que les flammes chantantes jouent le rôle d'amorces qui, isolément, ne peuvent déterminer la détonation d'un composé explosif. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les fonctions de la rate.* Note de MM. **Malassez** et **Picard**, présentée par M. Cl. Bernard.

« Depuis nos précédentes recherches « sur les modifications qu'éprouve le sang dans son passage à travers la rate, au double point de vue de sa richesse en globules rouges et de sa capacité respiratoire (1) », nous avons modifié notre procédé opératoire, vérifié nos précédentes expériences, et institué de nouvelles recherches.

» I. Dans nos anciennes expériences, nous commencions par recueillir un premier échantillon de sang; puis nous coupions *tous* les nerfs se rendant à la rate, et, après un temps variable, nous prenions notre second échantillon. Il s'écoulait donc, entre ces deux prises de sang, un certain laps de temps, pendant lequel la constitution générale du sang pouvait se modifier, et les phénomènes que nous attribuions à la paralysie pouvaient avoir été plus ou moins influencés par ces changements dans la constitution du sang.

» Dans nos nouvelles expériences, nous avons mis à profit cette sorte d'indépendance organique qui paraît exister entre les différents départements de la rate, et nous n'avons coupé que les nerfs se rendant à une des moitiés de cet organe. Nous avons eu, par ce procédé, une glande dont une des moitiés était à peu près normale et au repos, tandis que l'autre moitié, privée de ses nerfs, présentait tous les caractères de l'activité fonctionnelle. Dès lors, nous pouvions recueillir au même moment, dans des conditions aussi semblables que possible, d'une part le sang veineux provenant de la moitié non énervée, d'autre part le sang veineux provenant de l'autre moitié paralysée (2).

---

(1) *Comptes rendus*, 21 décembre 1874, et *Société de Biologie*, 7 novembre et 5 décembre 1874.

Nous avons désigné sous le nom de *richesse globulaire* le nombre de globules par millimètre cube de sang, et sous celui de *capacité respiratoire* la quantité d'oxygène que dégagent dans le vide 100 centimètres cubes de sang sursaturé de ce gaz.

(2) D'autres détails d'expériences ont également été perfectionnés; on en trouvera l'exposé dans les *Bulletins de la Société de Biologie*, 6 mars 1875.

» Or, en employant ce procédé opératoire mieux réglé et plus sûr, nous sommes arrivés à constater des différences beaucoup plus tranchées que celles que nous avions obtenues dans nos premières expériences (1).

» II. Nos premières recherches étant vérifiées, nous nous sommes occupés, non plus du sang venant de la rate, mais du sang contenu dans le tissu splénique lui-même. Dans une première série d'expériences, nous nous sommes contentés d'analyser le sang obtenu par simple blessure de la rate.

» En opérant ainsi, nous avons toujours constaté une plus grande proportion de globules dans le sang provenant du côté paralysé que dans celui provenant du côté énervé (2).

» III. Nous avons ensuite déterminé le nombre de globules compris dans des poids égaux de tissu splénique, paralysé ou non paralysé, en appliquant (3) à la rate le procédé que l'un de nous a proposé pour calculer la masse totale du sang chez les animaux (4).

Nous avons trouvé que le nombre de globules compris dans 1 gramme de tissu (ce que nous appelons la *capacité globulaire*) est plus considérable du côté paralysé que du côté non énervé.

» IV. En modifiant notre procédé opératoire (5), nous avons obtenu, non plus la capacité globulaire du tissu splénique, mais bien celle de tout le sang contenu dans ce tissu.

» Nous avons constaté alors que le sang contenu dans le tissu splénique avait, toutes choses étant égales d'ailleurs, plus de globules dans le côté paralysé que dans le côté non énervé.

» V. Restait à savoir si cette augmentation de richesse globulaire était bien un phénomène d'activité fonctionnelle, de néoformation globulaire, ou si elle n'était pas le résultat d'une simple concentration du sang par transsudation exagérée des parties liquides du sang. Dans deux expériences nouvelles nous avons lié le hile de la rate, en ne laissant hors de notre ligature que les nerfs se rendant à une des moitiés de l'organe; la circulation

---

(1) *Société de Biologie*, 6 mars 1875.

(2) *Société de Biologie*, 13 mars 1875.

(3) *Société de Biologie*, 19 mars 1875.

(4) L. Malassez, *Nouveaux procédés pour apprécier la masse totale du sang* (*Archives de Physiologie*, 1874, p. 797), et *Recherches sur quelques variations que présente la masse totale du sang*. (*Archives de Physiologie*, 1875, p. 261.)

(5) *Société de Biologie*, 19 mars 1875.

sanguine et la circulation lymphatique se trouvaient alors interrompues partout à la fois, tandis que les nerfs n'étaient paralysés que dans une des moitiés seulement. Nous sommes encore arrivés à des résultats (1) analogues à ceux de nos expériences précédentes. L'augmentation du nombre des globules ne peut donc être attribuée à une concentration du sang, puisque, dans ces expériences, la concentration de sang n'a pu se produire.

» VI. Nous avons enfin repris nos analyses des quantités de fer contenues dans le tissu splénique, avant et après la paralysie de l'organe. Les rates des chiens que nous pouvons nous procurer sont parfois assez pauvres en fer; on pouvait donc nous objecter que nos rates paralysées étaient justement des rates primitivement appauvries. Dans nos nouvelles expériences, nous avons opéré sur une même rate, dont une des moitiés avait été paralysée, l'autre respectée, comme il a été dit plus haut.

» Dans ces conditions, nous avons toujours trouvé une quantité de fer très-inférieure dans le côté paralysé [la moitié moins environ après deux ou trois heures de paralysie] (2).

» Ainsi donc, tandis que, sous l'influence de la paralysie, le nombre des globules augmente dans le sang du tissu et des veines spléniques, la quantité de fer contenue dans la rate (3) diminue tout au contraire (4). Cette opposition remarquable nous prouve d'une façon irréfutable que l'augmentation de richesse globulaire dans le sang du tissu splénique n'est pas due à une concentration du sang; car, s'il y avait eu concentration, nous aurions trouvé une augmentation dans la quantité de fer. Elle nous force donc à admettre une néoformation globulaire. Elle nous montre enfin que, dans cette néoformation, le fer, qui était accumulé dans la rate et qui en disparaît, est sans doute employé à la fabrication des globules, dont le nombre augmente.

» Ces recherches ont été faites aux laboratoires de Médecine et d'Histologie du Collége de France. »

---

(1) *Société de Biologie*, 19 mars 1875.

(2) *Société de Biologie*, 20 novembre 1875.

(3) La rate contient une quantité de fer très-supérieure à celle qu'on trouve en général dans les autres parties de l'organisme. P. Picard, *Du fer dans l'organisme* (*Comptes rendus*, 30 novembre 1874).

(4) Ces deux phénomènes cessent au bout d'un certain temps, comme cessent les fonctions qui s'épuisent, tandis que la congestion persiste longtemps encore. Nous reviendrons plus tard sur ces faits, et sur les autres conditions qui font varier les quantités de fer de la rate.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune ichthyologique de l'île Saint-Paul.* Note de M. H.-E. SAUVAGE, présentée par M. E. Blanchard.

« L'étude de la répartition des êtres à la surface du globe a, depuis quelques années, acquis une grande importance, et, plus que jamais, on s'intéresse aujourd'hui à la géographie botanique et zoologique. C'est par la connaissance seule de la distribution des êtres que l'on arrivera à comprendre comment se sont groupées les formes qui donnent parfois à un pays une physionomie si spéciale, que l'on parviendra sans doute à savoir les migrations de ces êtres et comment ils ont irradié de leurs centres d'apparition.

» Ce sont, on le comprend, les îles isolées qui, à ce point de vue, présentent le plus d'intérêt. Leur flore et leur faune sont, en effet, restées ce qu'elles étaient dès l'origine, et les variations, si variations ont eu lieu, n'ont dû se faire que dans d'étroites limites, ne dépassant pas ce qu'elles peuvent être dans le type. Sans nul doute, l'étude des animaux terrestres et fluviatiles est la plus instructive, à ce point de vue; celle des animaux marins n'en offre pas moins un fort grand intérêt.

» L'Ile Saint-Paul, perdue dans l'océan Indien, devait présenter un intérêt tout spécial; aussi avons-nous étudié avec soin les quelques représentants de la faune ichthyologique de cette île, que la Science doit aux recherches des expéditions de la *Novara* et de la Commission du passage de Vénus. Quoique connue seulement par un très-petit nombre d'espèces, dix seulement, cette faune nous a conduit à quelques résultats sur lesquels nous prions l'Académie de vouloir bien fixer un instant son attention (1).

» Par suite de la conformation géologique de l'île, les espèces que l'on trouve à Saint-Paul ont une extension géographique fort limitée; l'étude de ces espèces n'en est que plus instructive.

» Sur dix espèces recueillies à Saint-Paul, trois seulement ont été trouvées dans d'autres régions; encore deux d'entre elles ont-elles été pêchées en pleine mer.

» L'*Acanthias vulgaris* est un Squale dont la distribution géographique est fort répandue, l'espèce ayant été signalée dans la Manche, l'océan Atlantique, la Méditerranée, à l'île Bourbon, au Cap. Les types des *Latris hecateia* et *Nemadactylus concinnus* ont été trouvés en Tasmanie par Richard-

---

(1) Le Muséum d'Histoire naturelle a reçu les Poissons de l'île Saint-Paul par les soins de MM. A. de l'Isle et Vélain.

son. Les autres espèces appartiennent aux genres *Serranus*, *Bovichthys*, *Sebastes*, *Mendosoma*, *Labrichthys* et *Motella*.

» Le Serran, nommé par Kner *Serranus novemcinctus*, fait partie du groupe du *Serranus scriba*, qui a dû passer dans la Méditerranée à l'époque tertiaire, alors que cette dernière mer communiquait avec l'Érythrée.

» A la même époque, le type des Sébastes de l'océan Indien, dont le représentant européen est le *Sebastes* (*Sebastichthys*) *dactylopterus*, a émigré vers la mer Intérieure. C'est à ce groupe *Sebastichthys* qu'appartient le Sébaste de Saint-Paul, que nous regardons comme d'espèce nouvelle. Voisin du *Sebastes percoides* de la Nouvelle-Zélande, de la Tasmanie, du sud de l'Australie, le *Sebastes Mouchezi* en diffère par l'espace compris entre les yeux plus étroits, le museau plus long, la bande palatine plus courte, le maxillaire se prolongeant moins en arrière, la langue colorée en noir, les épines dorsale et anale moins longues, la teinte uniforme du corps.

» C'est avec les espèces du sud de l'Australie, c'est-à-dire avec celles que l'on trouve presque sous un même parallèle, que les poissons de l'île Saint-Paul offrent le plus de rapports. Nous avons nommé les *Latris hecateia* et *Nemadactylus concinnus*, décrit le *Sebastes Mouchezi*, voisin du *Sebastes percoides;* nous pouvons citer encore deux Labrichthys représentatifs d'espèces du sud de la Nouvelle-Hollande.

» L'un de ces Labrichthys (*Labrichthys Lantzii*, n. sp.) appartient au groupe qui comprend des espèces dont la joue et la base des dorsales sont garnies de plusieurs rangées d'écailles. Notre espèce se distingue de ses similaires par une dent canine postérieure ; plusieurs séries de dents aux mâchoires; le corps de couleur acajou clair, nuancé de violet sur chaque écaille, une ligne violette réunissant les yeux en passant sous la bouche, une ligne de même couleur allant de la bouche au thorax ; les dorsales de même couleur que le corps, mais nuancées de brun et de rouge, et ornées de trois bandes violettes, une tache noire entre les deux premières épines de la dorsale ; l'anale jaunâtre, violette à l'extrémité.

» L'autre espèce, le *Labrichthys isleanus*, n. sp., fait partie du groupe dont les espèces n'ont que deux séries d'écailles à la joue. Comme pour l'espèce précédemment nommée, on note une dent canine postérieure et de petites dents de remplacement aux mâchoires. Le corps de couleur rouge de saturne, orangé sous le ventre, est traversé par des lignes longitudinales de teinte plus foncée. On remarque une tache noire entre les deux premières épines de la dorsale, une autre tache de même couleur

entre les deux avant-derniers rayons de la nageoire molle, et une troisième tache à la partie postérieure et supérieure du pédicule de la caudale.

» Le genre *Mendosoma* n'était représenté que par une seule espèce du Chili, le *Mendosoma lineatum*, lorsque Kner retrouva le genre à Saint-Paul (*M. elongatum*).

» Quant au *Bovichthys psychrolutes*, Gthr., l'espèce appartient à un groupe portant le cachet des genres caractéristiques des régions froides. Il en est de même de la *Motella capensis*, Kp., forme essentiellement caractéristique des parties froides de l'hémisphère austral Atlantique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Examen des eaux pluviales relevées aux udomètres de l'Observatoire de Paris, du 14 octobre au 15 novembre 1875.* Note de M. A. Gérardin, présentée par M. Le Verrier.

« I. Eau relevée le 14 octobre à 9 heures du matin :

	Terrasse.	
	cc	
Analysée le 18 octobre	7,50	d'oxygène par litre
» le 1er novembre	7,22	»
Perte d'oxygène en quatorze jours.	0,28	

» II. Eau relevée le 20 octobre (deux flacons à chaque udomètre) :

	Cour.	Terrasse.
	cc	cc
Le 21 octobre	7,20	7,40
Le 1er novembre	6,44	6,76
Perte d'oxygène en dix jours.	0,76	0,64

» III. Eau relevée le 23 octobre (un flacon à chaque udomètre) :

	Cour.	Terrasse.
	cc	cc
Le 24 octobre	7,05	7,16

» IV. Eau relevée le 6 novembre (deux flacons à chaque udomètre) :

	Cour.	Terrasse.
	cc	cc
Le 11 novembre	4,45	7,29
Le 15 novembre	3,60	6,70
Perte d'oxygène en quatre jours.	0,85	0,59

» V. Eau relevée le 10 novembre (deux flacons à chaque udomètre) :

	Cour.	Terrasse.
	cc	cc
Le 11 novembre	7,27	7,45
Le 15 novembre	6,75	7,00
Perte d'oxygène en quatre jours.	0,52	0,45

» *Remarques.* — 1° Le titre oxymétrique des eaux de la terrasse est un peu plus élevé que celui des eaux de la cour. Les poussières organiques de l'atmosphère sont donc un peu plus abondantes à la surface du sol qu'à une certaine hauteur.

» 2° Le titre oxymétrique d'une même eau pluviale s'abaisse quand on conserve cette eau, pendant quelque temps, dans des flacons complétement pleins et bouchés à l'émeri. Par conséquent les matières organiques entraînées par les eaux pluviales éprouvent avec le temps une décomposition putride.

» 3° Le titre oxymétrique, relativement très-bas, de l'eau relevée le 6 novembre à l'udomètre de la cour ne peut être attribué aux poussières organiques de l'atmosphère, mais à une autre cause plus active. Dès le 13 novembre, il s'est formé dans cette eau une végétation microscopique. Cette végétation, examinée au microscope (grossissement = 600 diamètres), s'est trouvée formée de trois genres d'algues, savoir :

» 1. *Raphidium.* — Algues aciculaires ou sous-aciculaires souvent courbées en forme de croissant ou reliées en faisceaux.

» 2. *Strichococcus.* — Cellules oblongues réunies le plus souvent en séries linéaires.

» 3. *Microthamnion.* — Filaments articulés, très-ramifiés; les articles sont un peu plus longs que leur diamètre et renflés au milieu.

» Les *Raphidium* sont communs dans les eaux des réservoirs, des fossés et des endroits marécageux.

» Les *Strichococcus* se développent sur le bois qui se décompose à l'humidité, dans les creux des troncs d'arbres, principalement des saules.

» Les *Microthamnion* se trouvent dans les petites flaques d'eau envahies par les feuilles mortes des forêts. Ils se développent surtout sous l'influence du tilleul.

» Cette analyse prouve que quelques feuilles mortes se trouvaient, le 5 novembre, dans l'udomètre de la cour. Il y a tout lieu de supposer que c'étaient des feuilles de tilleul. Ces feuilles ont été enlevées, et l'udomètre a été nettoyé, car on n'en retrouve pas la moindre trace dans l'eau relevée, le 10 novembre, au même udomètre. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action qu'exercent les acides phosphoriques monohydraté et trihydraté sur la coagulation du sang.* Note de M. **Oré**, présentée par M. Bouillaud (Extrait).

« Dans la séance du 8 novembre, j'ai communiqué à l'Académie des expériences montrant que les acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique, phos-

phorique, acétique, injectés dans les veines après avoir été étendus d'eau, ne déterminent pas la coagulation du sang; il en est de même de l'alcool.

» Cette Communication a donné lieu à une remarque faite par MM. Dumas et Chevreul, relativement à l'acide phosphorique *monohydraté*, qui coagule immédiatement l'albumine du sang, tandis que l'acide phosphorique trihydraté est sans action sur elle. Or, comme, dans mes premières recherches, j'avais employé ce dernier acide, j'ai dû répéter l'expérience avec de l'acide monohydraté préparé, *au moment même*, par M. Carl, chef des travaux chimiques à l'École de Médecine de Bordeaux.

» *Première expérience.* — Le 10 novembre, sur un jeune chien du poids de 8 kilogrammes environ, j'ai injecté, par la veine crurale droite, 5 grammes d'une solution d'acide monohydraté au $\frac{1}{7}$, ajoutés à 600 grammes d'eau distillée : 50 grammes ont pénétré.

» Le 16 novembre, je voulus me rendre compte de l'état des globules sanguins. Pour cela, je fis à la cuisse droite du chien une piqûre avec la pointe d'un scalpel, et je portai une goutte de sang sous le champ du microscope (objectif n° 6, oculaire n° 2). Ces globules ont conservé leur couleur normale ainsi que leur forme; quelques-uns, cependant, sont un peu plus allongés et ont cessé d'être circulaires. A l'aide de l'appareil de M. Malassez, j'ai cherché à apprécier le nombre des globules : je suis arrivé à ce résultat, que le nombre des globules contenus dans 1 millimètre cube de sang pur s'élevait à 2 728 000.

» Avant de sacrifier l'animal, j'ai piqué la veine crurale gauche et j'ai recueilli du sang : 1° dans un vase contenant de l'acide phosphorique monohydraté, dans les proportions indiquées précédemment; 2° dans un vase contenant de l'acide trihydraté. Dès que le sang s'est trouvé en contact avec le premier, il s'est pris en bouillie; avec le second, il n'a offert aucune trace de coagulation.

» J'ai alors sacrifié l'animal, par la piqûre du bulbe rachidien. Dans la cavité thoracique, les poumons sont rosés; les cavités cardiaques ne contiennent pas *le moindre caillot;* l'endocarde ne présente aucune altération; les veines caves contiennent du sang tout à fait *liquide;* l'urine, très-limpide, n'offre pas la moindre trace d'albumine ou de sucre.

» Cette expérience, répétée sur un autre chien, a donné absolument le même résultat.

» *Conclusions.* — 1° L'acide phosphorique monohydraté, mis en contact avec le sang dans un vase ouvert, le coagule; il se forme une bouillie caillebottée rougeâtre. L'acide phosphorique trihydraté est, au contraire, sans influence sur la coagulation.

» 2° Si ces phénomènes se produisent à l'air libre, il n'en est plus de même dans les vaisseaux, où ni l'un ni l'autre de ces acides ne détermine la moindre coagulation.

» 3° L'injection directe de l'acide phosphorique dans le sang est sans influence sur le nombre, la couleur, la forme des globules. Quelques-uns de ces organites sont cependant plus allongés et même un peu crénelés. »

« M. Ch. Sainte-Claire Deville présente, au nom du général Chanzy, gouverneur général de l'Algérie, la deuxième partie (*Tableaux météorologiques*, 1874), entièrement terminée, de la première année du *Bulletin météorologique de l'Algérie*, ainsi que la première livraison de la deuxième année (décembre 1874 à janvier 1875). »

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 novembre 1875.

(suite.)

Rapport présenté à M. le Ministre de l'Agriculture et du Commerce par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1872. Paris, Imprimerie nationale, 1875; in-8°.

Alcoométrie; par Ad. Bernard. Paris, Gauthier-Villars, 1875; in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Études médicales sur les serpents de la Vendée et de la Loire-Inférieure; par le Dr A. Viaud-Grand-Marais; 2e édition. Nantes, chez tous les libraires, 1867-1869; in-8°. (Présenté par M. Larrey.)

Nouveaux éléments de Physiologie humaine; par H. Beaunis. Paris, J.-B. Baillière, 1876; in-8°, relié. (Présenté par M. Cl. Bernard.)

ERRATA.

(Séance du 15 novembre 1875.)

Page 870, ligne 12, *au lieu de* Coyptobranchus, *lisez* Cryptobranchus.